

MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):

(19)【発行国】 日本国特許庁 (JP)	(19)[ISSUING COUNTRY] Japan Patent Office (JP)
(12)【公報種別】 公開特許公報 (A)	(12)[GAZETTE CATEGORY] Laid-open Kokai Patent (A)
(11)【公開番号】 特開平11-330053	(11)[KOKAI NUMBER] Unexamined Japanese Patent Heisei 11-330053
(43)【公開日】 平成11年(1999)11月30日	(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION] November 30, Heisei 11 (1999. 11.30)
(54)【発明の名称】 半導体の製造方法並びにプラズ マ処理方法及びその装置	(54)[TITLE of the Invention] MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR, THE PLASMA-PROCESSING METHOD, AND ITS APPARATUS
(51)【国際特許分類第6版】 H01L 21/3065 G01N 15/14 21/85 H01L 21/205 H05H 1/00 1/46	(51)[IPC Int. Cl. 6] H01L 21/3065 G01N 15/14 21/85 H01L 21/205 H05H 1/00 1/46
【FI】 H01L 21/302 E G01N 15/14 B 21/85 B H01L 21/205	[FI] H01L 21/302 E G01N 15/14 B 21/85 B H01L 21/205

JP11-330053-A



H05H 1/00 A
1/46 A

H05H 1/00 A
1/46 A

【審査請求】 未請求

[REQUEST FOR EXAMINATION] No

【請求項の数】 18

[NUMBER OF CLAIMS] 18

【出願形態】 OL

[FORM of APPLICATION] Electronic

【全页数】 20

[NUMBER OF PAGES] 20

(21)【出願番号】
特願平10-137294

(21)[APPLICATION NUMBER]
Japanese Patent Application Heisei 10-137294

(22)【出願日】
平成10年(1998)5月20日

(22)[DATE OF FILING]
May 20, Heisei 10 (1998. 5.20)

(71)【出願人】

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]

【識別番号】
000005108

[ID CODE]
000005108

【氏名又は名称】
株式会社日立製作所

[NAME OR APPELLATION]
Hitachi, Ltd.

【住所又は居所】
東京都千代田区神田駿河台四丁
目6番地

[ADDRESS or DOMICILE]

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】
中野 博之

[NAME OR APPELLATION]
Nakano Hiroyuki

【住所又は居所】
神奈川県横浜市戸塚区吉田町2

[ADDRESS or DOMICILE]

JP11-330053-A



92番地 株式会社日立製作所
生産技術研究所内

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

[NAME OR APPELLATION]

中田 俊彦

Nakada Toshihiko

【住所又は居所】

[ADDRESS or DOMICILE]

神奈川県横浜市戸塚区吉田町2
92番地 株式会社日立製作所
生産技術研究所内

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

[NAME OR APPELLATION]

妻木 伸夫

Tsumaki Nobuo

【住所又は居所】

[ADDRESS or DOMICILE]

茨城県土浦市神立町502番地
株式会社日立製作所機械研究所
内

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

[NAME OR APPELLATION]

芹澤 正芳

Serizawa Masayoshi

【住所又は居所】

[ADDRESS or DOMICILE]

神奈川県横浜市戸塚区吉田町2
92番地 株式会社日立製作所
生産技術研究所内

(74)【代理人】

(74)[AGENT]

【弁理士】

[PATENT ATTORNEY]

【氏名又は名称】

高橋 明夫 (外1名)

[NAME OR APPELLATION]

Takahashi Akio (one other)

(57)【要約】

(修正有)

(57)[ABSTRACT of the Disclosure]

(Amendments Included)

【課題】

プラズマ処理室内における浮遊した微小異物の検出感度を向上してプラズマ処理室内の汚染状況のリアルタイムモニタリングを可能とする。

[SUBJECT of the Invention]

Detection sensitivity of micro foreign material in plasma processing room which floated is improved, and real_time monitoring of contamination situation in plasma processing room is enabled.

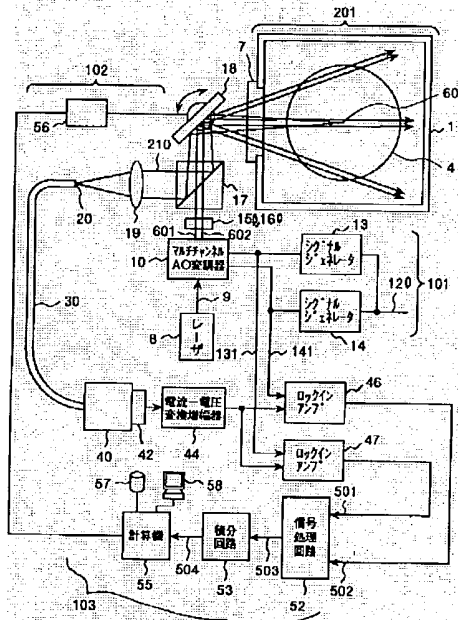
【解決手段】

所望の波長を有し、所望の周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系101と、その散乱光を前記波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系102と、その信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号をプラズマによるものから分離して検出するプラズマ浮遊異物計測装置103により背景雑音を消去し、異物散乱信号を強調することによって処理室内に発生・浮遊した異物を計測する。

[PROBLEM to be solved]

Irradiation optical system 101 which irradiates two or more beams which have desired wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency in said processing chamber 1, scattered-light detection optical system 102 which the scattered light is separated and received of said wavelength component, and is converted into signal, plasma float foreign-material measuring device 103 which separates from what depends on plasma and detects two or more signals which show foreign material which floated to inside of plasma, or its vicinity by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from the signal, eliminates background noise and foreign material which generated * floated is measured to processing chamber interior by emphasizing foreign-material scattering signal.

圖 5



【特許請求の範囲】

[CLAIMS]

【請求項1】

処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって半導体基板に対して処理して半導体を製造する半導体の製造方法において、所望の波長を有し、所望の周波数で強度変調したビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射されたビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した所望の

[CLAIM 1]

In manufacturing method of semiconductor which processing chamber interior is made to generate plasma, processes to semiconductor substrate by this plasma, and manufactures semiconductor, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior beam which has desired wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said wavelength component by beam irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal,

周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段と、該異物信号抽出手段から検出される浮遊した異物を示す信号からノイズ成分を除去するノイズ除去手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とする半導体の製造方法。

foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect signal which shows foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system, noise-rejection means to remove noise component from signal which shows foreign material which it detects from this foreign-material signal extraction means, and which floated, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

Manufacturing method of semiconductor characterized by the above-mentioned.

【請求項2】

処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって半導体基板に対して処理して半導体を製造する半導体の製造方法において、互いに異なる波長を有し、所望の周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記互いに異なる波長成分で分離して受光して複数の信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる複数の信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出

[CLAIM 2]

In manufacturing method of semiconductor which processing chamber interior is made to generate plasma, processes to semiconductor substrate by this plasma, and manufactures semiconductor, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which have mutually different wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said mutually different wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into two or more signals, foreign-material signal

することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とする半導体の製造方法。

extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from two or more signals acquired from this scattered-light detection optical system, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

Manufacturing method of semiconductor characterized by the above-mentioned.

【請求項3】

処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって半導体基板に対して処理して半導体を製造する半導体の製造方法において、所望の波長を有し、互いに異なる周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した互いに異なる周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段

[CLAIM 3]

In manufacturing method of semiconductor which processing chamber interior is made to generate plasma, processes to semiconductor substrate by this plasma, and manufactures semiconductor, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which carried out intensity modulation on frequency which has desired wavelength and is mutually different, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said mutually different frequency component

とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とする半導体の製造方法。

which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system on said plasma, and to detect, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

Manufacturing method of semiconductor characterized by the above-mentioned.

【請求項4】

請求項2または3記載のプラズマ浮遊異物計測装置の照射光学系における強度変調する周波数が、前記プラズマの励起周波数およびその整数倍または前記プラズマの発光周波数およびその整数倍と異なることを特徴とする半導体の製造方法。

[CLAIM 4]

Frequency in irradiation optical system of plasma float foreign-material measuring device of Claim 2 or 3 which carries out intensity modulation differs from excitation frequency of said plasma and its integral multiple, or luminescence frequency of said plasma and its integral multiple.

Manufacturing method of semiconductor characterized by the above-mentioned.

【請求項5】

請求項2または3記載のプラズマ浮遊異物計測装置において、異物信号抽出手段から検出される浮遊した異物を示す複数の信号からノイズ成分を除去するノイズ除去手段を備えたことを特徴とする半導体の製造方法。

[CLAIM 5]

In plasma float foreign-material measuring device of Claim 2 or 3, it had noise-rejection means to remove noise component from two or more signals which show foreign material which it detects from foreign-material signal extraction means, and which floated.

Manufacturing method of semiconductor characterized by the above-mentioned.

【請求項6】

処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理方

[CLAIM 6]

A plasma-processing method, in which in the plasma-processing method which processing chamber interior is made to generate plasma

法において、
所望の波長を有し、所望の周波数で強度変調したビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射されたビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段と、該異物信号抽出手段で検出された異物を示す信号からノイズ成分を除去するノイズ成分除去手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項7】

処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理方法において、
互いに異なる波長を有し、所望の周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する

and is processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior beam which has desired wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired wavelength component by beam irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect signal which shows foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system, noise component elimination means to remove noise component from signal which shows foreign material which it detected with this foreign-material signal extraction means, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

[CLAIM 7]

A plasma-processing method, in which in the plasma-processing method which processing chamber interior is made to generate plasma and is processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which have mutually

照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記互いに異なる波長成分で分離して受光して複数の信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる複数の信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とするプラズマ処理方法。

different wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said mutually different wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into two or more signals, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect signal which shows foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from two or more signals acquired from this scattered-light detection optical system, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

【請求項8】

処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理方法において、
所望の波長を有し、互いに異なる周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検

[CLAIM 8]

A plasma-processing method, in which in the plasma-processing method which processing chamber interior is made to generate plasma and is processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which carried out intensity modulation on frequency which has desired wavelength and is mutually different, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired wavelength component by two or

出光学系から得られる信号から前記強度変調した互いに異なる周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とするプラズマ処理方法。

more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said mutually different frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

【請求項9】

請求項7または8記載のプラズマ浮遊異物計測装置の照射光学系における強度変調する周波数が、前記プラズマの励起周波数およびその整数倍または前記プラズマの発光周波数およびその整数倍と異なることを特徴とするプラズマ処理方法。

[CLAIM 9]

A plasma-processing method, in which frequency in irradiation optical system of plasma float foreign-material measuring device of Claim 7 or 8 which carries out intensity modulation differs from excitation frequency of said plasma and its integral multiple, or luminescence frequency of said plasma and its integral multiple.

【請求項10】

請求項7または8記載のプラズマ浮遊異物計測装置において、異物信号抽出手段から検出される浮遊した異物を示す複数の信号からノイズ成分を除去するノイズ除去手段を備えたことを特徴とするプラズマ処理方法。

[CLAIM 10]

A plasma-processing method, in which in plasma float foreign-material measuring device of Claim 7 or 8, it had noise-rejection means to remove noise component from two or more signals which show foreign material which it detects from foreign-material signal extraction means, and which floated.

【請求項11】**[CLAIM 11]**

処理室内にプラズマを発生させ、
該プラズマによって被処理対象物
に対して処理するプラズマ処理装
置において、

所望の波長を有し、所望の周波
数で強度変調したビームを前記
処理室内に照射する照射光学系
と、

該照射光学系で照射されたビー
ムによって前記処理室内から得ら
れる散乱光を前記所望の波長成
分で分離して受光して信号に変
換する散乱光検出光学系と、

該散乱光検出光学系から得られ
る信号から前記強度変調した所
望の周波数成分を抽出すること
によってプラズマ中若しくはその近
傍に浮遊した異物を示す信号を
前記プラズマによるものから分離
して検出する異物信号抽出手段
と、

該異物信号抽出手段で検出され
た浮遊した異物を示す信号からノ
イズ成分を除去するノイズ除去手
段とを備えたプラズマ浮遊異物計
測装置を設けたことを特徴とする
プラズマ処理装置。

In plasma-processing apparatus which
processing chamber interior is made to
generate plasma and is processed to processed
object by this plasma, irradiation optical system
which irradiates to said processing chamber
interior beam which has desired wavelength
and carried out intensity modulation on desired
frequency, scattered-light detection optical
system which scattered light obtained from said
processing chamber interior is separated and
received of said desired wavelength component
by beam irradiated by this irradiation optical
system, and is converted into signal,
foreign-material signal extraction means to
separate from what depends on said plasma,
and to detect signal which shows foreign
material which floated in plasma (or that vicinity)
by extracting said desired frequency component
which carried out intensity modulation from
signal acquired from this scattered-light
detection optical system, noise-rejection means
to remove noise component from signal which
shows foreign material which it detected with
this foreign-material signal extraction means,
and which floated, plasma float foreign-material
measuring device equipped with these was
provided.

Plasma-processing apparatus characterized by
the above-mentioned.

【請求項12】

処理室内にプラズマを発生させ、
該プラズマによって被処理対象物
に対して処理するプラズマ処理装
置において、
互いに異なる波長を有し、所望の

[CLAIM 12]

Processing chamber interior is made to
generate plasma.

In plasma-processing apparatus processed to
processed object by this plasma, irradiation
optical system which irradiates to said

周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、

該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記互いに異なる波長成分で分離して受光して複数の信号に変換する散乱光検出光学系と、

該散乱光検出光学系から得られる複数の信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

processing chamber interior two or more beams which have mutually different wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said mutually different wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into two or more signals, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from two or more signals acquired from this scattered-light detection optical system, plasma float foreign-material measuring device equipped with these was provided.

Plasma-processing apparatus characterized by the above-mentioned.

【請求項13】

処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理装置において、

所望の波長を有し、互いに異なる周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、

該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して

[CLAIM 13]

Processing chamber interior is made to generate plasma.

In plasma-processing apparatus processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which carried out intensity modulation on frequency which has desired wavelength and is mutually different, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired

信号に変換する散乱光検出光学系と、
該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した互いに異なる周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said mutually different frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system

Plasma float foreign-material measuring device equipped with these was provided.

Plasma-processing apparatus characterized by the above-mentioned.

【請求項14】

請求項12または13または14記載の照射光学系に、前記ビームを被処理対象物上を走査させる走査手段を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

[CLAIM 14]

It has scanning means to make irradiation optical system of Claim 12 or 13 or 14 scan processed object top for said beam.

Plasma-processing apparatus characterized by the above-mentioned.

【請求項15】

請求項12または13または14記載の散乱光検出光学系は、前記処理室内から得られる後方散乱光を受光するように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

[CLAIM 15]

Scattered-light detection optical system of Claim 12 or 13 or 14 was comprised so that backscattering light obtained from said processing chamber interior might be received.

Plasma-processing apparatus characterized by the above-mentioned.

【請求項16】

請求項12または13または14記載の散乱光検出光学系は、前記照射光学系で照射される偏光ビームと異なる偏光成分を受光する

[CLAIM 16]

Scattered-light detection optical system of Claim 12 or 13 or 14 was comprised so that different polarized component from polarization beam irradiated by said irradiation optical

ように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

system might be received.

Plasma-processing apparatus characterized by the above-mentioned.

【請求項17】

請求項13または14記載の照射光学系において、複数のビームの光軸を、近接した平行軸で構成することを特徴とするプラズマ処理装置。

[CLAIM 17]

In irradiation optical system of Claim 13 or 14, optical axis of two or more beams consists of parallel axes which approached.

Plasma-processing apparatus characterized by the above-mentioned.

【請求項18】

請求項13または14記載の照射光学系において、複数のビームの光軸を、同一で構成することを特徴とするプラズマ処理装置。

[CLAIM 18]

In irradiation optical system of Claim 13 or 14, it is the same and optical axis of two or more beams is comprised.

Plasma-processing apparatus characterized by the above-mentioned.

【発明の詳細な説明】

[DETAILED DESCRIPTION of the INVENTION]

【0001】

[0001]

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマ処理室内に浮遊したサブミクロンの異物をも、プラズマ発光等の外乱の影響を受けることなく、処理中にその場計測して半導体基板等の被処理対象物の歩留まり向上を図った半導体の製造方法並びにプラズマ処理方法およびその装置に関する。

[TECHNICAL FIELD of the Invention]

This invention relates to manufacturing method of semiconductor which carried out spot measurement also of the submicron foreign material which floated in plasma processing room during processing, without being influenced of disturbances, such as plasma luminescence, and aimed at yield improvement of processed objects, such as semiconductor substrate, the plasma-processing method, and its apparatus.

【0002】

【従来の技術】

プラズマ処理室内に浮遊した異物をモニタする従来技術としては、特開昭57-118630号公報(従来技術1)、特開平3-25355号公報(従来技術2)、特開平3-147317号公報(従来技術3)、特開平6-82358号公報(従来技術4)、特開平6-124902号公報(従来技術5)がある。

[0002]

[PRIOR ART]

As a prior art which carries out monitor of the foreign material which floated in plasma processing room, there are Unexamined-Japanese-Patent No. 57-118630 (prior art 1), Unexamined-Japanese-Patent No. 3-25355 (prior art 2), Unexamined-Japanese-Patent No. 3-147317 (prior art 3), Unexamined-Japanese-Patent No. 6-82358 (prior art 4), and Unexamined-Japanese-Patent No. 6-124902 (prior art 5).

【0003】

上記従来技術1には、反応空間における自己発光光のスペクトルと異なったスペクルを有する平行光を反応空間に照射する手段と、前記平行光の照射を受けて前記反応空間において発生する微粒子からの散乱光を検出する手段を具備した蒸着装置が知られている。また、上記従来技術2には、半導体装置用基板表面に付着した微細粒子及び浮遊した微細粒子を、レーザ光による散乱を用いて測定する微細粒子測定装置において、波長が同一で相互の位相差がある所定の周波数で変調された2本のレーザ光を発生させるレーザ光位相変調部と、上記2本のレーザ光を上記の測定対象である微細粒子を含む空間において交差させる光学系と、上記2

[0003]

Means to irradiate to reaction space parallel light which has spectrum of self-luminescence light in reaction space, and different spectrum in the above-mentioned prior art 1, vapor deposition apparatus possessing means to detect scattered light from fine particles generated in said reaction space in response to said parallel irradiation of light is known. Moreover, in the above-mentioned prior art 2, in small-particle measuring device which measures small particle adhering to base-plate surface for semiconductor devices, and small particle which floated using scattering by laser beam, laser-beam phase-modulation section which generates two laser beams modulated on fixed frequency with mutual phase difference with the same wavelength, optical system made to cross in space containing small particle which is the above-mentioned measuring object about said 2 laser beam, optical-detection section

本のレーザ光の交差された領域において測定対象である微細粒子により散乱させた光を受光し、電気信号に変換する光検出部と、この散乱光による電気信号の中で上記レーザ光位相変調部での位相変調信号と周波数が同一または2倍で、かつ上記位相変調信号との位相差が時間的に一定である信号成分を取り出す信号処理部とを備えた微細粒子測定装置が知られている。

which light scattered by small particle which is measuring object in region to which said 2 laser beam crossed is received, and is converted into electrical signal, signal-processing section from which it is that phase-modulation signal and frequency in the above-mentioned laser-beam phase-modulation section are the same, or double in electrical signal by this scattered light, and phase difference with the above-mentioned phase-modulation signal takes out fixed signal component in time, small-particle measuring device equipped with these is known.

[0004]

また、上記従来技術3には、コヒーレント光を走査照射して反応容器内で散乱する光をその場で発生させるステップと、上記反応器内で散乱する光を検出するステップを含み、それにより上記散乱光を解析することにより上記反応器内の汚染を測定する技術が記載されている。また、上記従来技術4には、レーザ光を生成するレーザ手段と、検出されるべき粒子を含むプラズマ処理ツールの反応室内の領域を上記レーザ光で走査するスキャナ手段と、上記領域内の粒子によって散乱したレーザ光のビデオ信号を生成するビデオ・カメラ手段と、上記ビデオ信号のイメージを処理し表示する手段とを有する粒子検出器が記載されている。また、上記従来技術5には、プラズマ処理室内のプラズマ生成領域を観測するカメラ装置

[0004]

Moreover, technique which measures contamination in the above-mentioned reactor is described by by this analyzing the above-mentioned scattered light including step which generates light which carries out scanning irradiation of the coherent light, and are scattered on the above-mentioned prior art 3 within reaction container on that spot, and step which detects light scattered within the above-mentioned reactor.

Moreover, laser means to generate laser beam to the above-mentioned prior art 4, scanner means to scan region in reaction chamber of plasma-processing tool containing particles which it should detect by the above-mentioned laser beam, video * camera means to generate video signal of laser beam scattered by particles in the above-mentioned region, means to process and display image of the above-mentioned video signal, particle detector which has these is described.

Moreover, in the above-mentioned prior art 5,

と、該カメラ装置により得られた画像を処理して目的とする情報を得るデータ処理部と、該データ処理部にて得られた情報に基づいてパーティクルを減少させるように排気手段、プロセスガス導入手段、高周波電圧印加手段およびパーティガス導入手段のうち少なくとも一つを制御する制御部とを備えたプラズマ処理装置が記載されている。

camera apparatus which observes plasma generation region in plasma processing room, data-processing section which processes image acquired by this camera apparatus, and acquires target information, control section which controls at least 1 among exhausting means, process gas introduction means, high-frequency-voltage application means, and purge-gas introduction means to decrease particle based on information obtained by this data-processing section

Plasma-processing apparatus equipped with these is described.

【0005】

また、半導体や薬品製造プロセス等の高洗浄プロセス管理に用いられる微粒子測定装置に関する従来技術としては、特開昭63-71633号公報(従来技術6)がある。この従来技術6には、試料検体を流す容器の微小域にレーザー光を照射し試料中の粒子からの散乱光を検出する粒子検出装置において、レーザー光を一定周波数で強度変調するための手段およびレーザー光の強度変調周波数と同一周波数の検出器からの信号を測定するための位相検波器からなる微粒子計数装置が記載されている。

[0005]

Moreover, as a prior art about fine-particle measuring device used for high washing process control, such as semiconductor and chemical manufacture process, there is Unexamined-Japanese-Patent No. 63-71633 (prior art 6).

In particle detector which irradiates laser beam to micro region of container which passes sample test substance, and detects scattered light from particles in sample in this prior art 6, the number apparatus of fine_particle_gauges which is made of phase detector for measuring signal from means for carrying out intensity modulation of the laser beam by constant frequency and detector of the same frequency as intensity modulating frequency of laser beam is described.

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

[0006]

[PROBLEM to be solved by the Invention]

プラズマ処理装置では、プラズマ処理によって生成された反応生成物がプラズマ処理室の壁面あるいは電極に堆積し、これが時間経過に伴い、剥離して浮遊異物となる。この浮遊異物はプラズマ処理中に被処理対象物上に付着して不良を引き起こしたり、あるいはプラズマのバルク・シース界面でトラップされ、プラズマ処理が終了しプラズマ放電が停止した瞬間に被処理対象物上に落下し、付着異物として特性不良や外観不良を引き起こす。最終的には半導体基板等の被処理対象物の歩留まり低下を引き起こしていた。一方、半導体基板等の被処理対象物に形成する回路パターンの高集積化(例えば、半導体の分野においては、256MbitDRAM、さらには1GbitDRAMへと高集積化が進み回路パターンの最小線幅は0.25~0.18 μ mと微細化の一途をたどっている。)が進み、プラズマ処理する際、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンのオーダの微小異物をも計測する必要が生じてきている。

[0007]

そこで、プラズマ処理装置において、プラズマ処理中にプラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンのオーダの微小異物をも、プラズマ発光等の外乱の影響を

With plasma-processing apparatus, reaction product generated by plasma processing deposits to wall surface or electrode of plasma processing room, this accompanies and exfoliates in time passage and constitutes float foreign material.

During plasma processing, this float foreign material attaches on processed object, and causes defect.

Or it traps by bulk * sheath interface of plasma, the moment plasma processing was completed and plasma discharge stopped, it falls on processed object, and poor characteristics and poor appearance are caused as an adhesion foreign material.

Eventually, yield decline of processed objects, such as semiconductor substrate, was caused.

On the other hand, high integration (for example, in field of semiconductor, high integration progresses to 1GbitDRAM from 256MbitDRAM, and 0.25 to 0.18 micrometer and miniaturization of minimum line width of circuit pattern are enhanced) of circuit pattern formed in processed objects, such as semiconductor substrate, progresses, when carrying out plasma processing, micro foreign material of submicron order which floats in plasma (or the vicinity) also needs to be measured.

[0007]

Then, in plasma-processing apparatus, it is required that micro foreign material of submicron order which floats in plasma (or the vicinity) during plasma processing should also be measured without being influenced of

受けることなく、計測することが要求される。しかしながら、プラズマ発光は紫外域から近赤外域にわたって連続的な波長スペクトルを有している関係で、上記従来技術1に記載されたスペクトルにより、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンの微小異物をプラズマ発光と分離して検出することは困難である。また、レーザ照明・散乱光検出による微小異物検出においては、プラズマ発光の他に、処理室内壁での散乱光などの大きな背景雑音が存在する。この背景雑音は、例えば、検出器感度の向上又は、レーザ出力を増加させる等により、異物信号を大きくしようとした場合、背景雑音により検出器の出力が飽和するため、検出限界を決める要素ともなっていた。

【0008】

以上説明したように、従来技術1～5の何れにも、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンの微小異物から得られる非常に微弱な散乱光を、プラズマ発光と分離して検出しようとする点について考慮されていなかった。また、異物散乱光と全く同じ波長を有する内壁散乱光などの大きな背景雑音から、微弱な散乱光を検出しようとする点について考慮されていなかった。また、従来技術6は、容器に流れる試料中の粒

disturbances, such as plasma luminescence.

However, plasma luminescence is relationship which has continuous wavelength spectrum ranging from ultraviolet region to near-infrared region, and it is difficult to separate with plasma luminescence and to detect submicron micro foreign material which floats in plasma (or the vicinity) according to spectrum described by the above-mentioned prior art 1.

Moreover, in micro foreign-material detection by laser illumination * scattered-light detection, loud background noises other than plasma luminescence, such as scattered light in processing-chamber-interior wall, exist.

Since output of detector was saturated by background noise when it is going to enlarge foreign-material signal by improvement of for example, detector sensitivity, or etc. to which laser output is made to increase, this background noise had also become component which determines detection limit.

【0008】

It did not consider about point that it is going to separate with plasma luminescence and is, as explained above, going to detect very feeble scattered light obtained from submicron micro foreign material of prior art 1-5 which floats in plasma (or the vicinity) either.

Moreover, it did not consider about point that it is going to detect feeble scattered light from loud background noises, such as inner-wall scattered light which has the completely same wavelength as foreign-material scattered light.

Moreover, prior art 6 measures particles in sample which flows into container.

子を測定するものであり、当然プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンの微小異物から得られる非常に微弱な散乱光を、プラズマ発光と分離して検出しようとする点について考慮されていないものである。

It does not consider about point that it is going to separate with plasma luminescence and is going to detect very feeble scattered light obtained from submicron micro foreign material which naturally floats in plasma (or the vicinity).

【0009】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、プラズマ処理室内におけるプラズマ中若しくはその近傍のサブミクロンまでの浮遊した微小異物についてプラズマ処理中にプラズマ発光と分離して検出する検出感度を大幅に向上してプラズマ処理室内の汚染状況のリアルタイムモニタリングを可能にして歩留まり向上をはかったプラズマ処理方法およびその装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、プラズマ処理室内におけるプラズマ中若しくはその近傍のサブミクロンまでの浮遊した微小異物による散乱光についてプラズマ発光と分離し、かつ、大きな背景雑音を除去して選択的に検出することで、検出感度を大幅に向上してプラズマ処理室内の汚染状況のリアルタイムモニタリングを可能にして高歩留まりで、高品質の半導体を製造できるようにした半導体の製造方法を提供することにある。

[0009]

There is objective of the invention in providing the plasma-processing method which improved significantly detection sensitivity which separates with plasma luminescence during plasma processing, and detects about micro foreign material floated to submicron in plasma in plasma processing room (or the vicinity), enabled real_time monitoring of contamination situation in plasma processing room, and aimed at yield improvement, and its apparatus that the above-mentioned subject should be solved.

Moreover, other objective of this invention is to provide the following manufacturing methods of semiconductor. :

By separating with plasma luminescence about scattered light by micro foreign material floated to submicron in plasma in plasma processing room (or the vicinity), and removing loud background noise, and detecting selectively, detection sensitivity is improved significantly, real_time monitoring of contamination situation in plasma processing room is enabled, and it enabled it to manufacture high quality semiconductor by high yield.

【0010】**[0010]**

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、半導体製造装置の処理室へ複数のレーザビームを入射し、同一の異物による散乱光を複数検出し、複数個の検出信号から信号処理により異物信号を求めることにより、処理室の汚染状況をリアルタイムで管理しながら被処理体を処理することを特徴とする半導体製造方法である。また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって半導体基板に対して処理して半導体を製造する半導体の製造方法において、所望の波長を有し、所望の周波数で強度変調したビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射されたビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段と、該異物信号抽出手段から検出される浮遊した異物を示す信号からノイズ成分を除去するノイズ除去手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記

[MEANS to solve the Problem]

In order to attain the above-mentioned objective, this invention irradiates two or more laser beams to processing chamber of semiconductor fabrication machines and equipment, scattered light by the same foreign material is detected two or more, processed substance is processed by searching for foreign-material signal by signal processing from multiple detecting signal, it being real_time and managing contamination situation of processing chamber.

It is semiconductor manufacturing method characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

In manufacturing method of semiconductor which processes to semiconductor substrate by this plasma, and manufactures semiconductor, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior beam which has desired wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said wavelength component by beam irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect signal which shows foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from

処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とする。

this scattered-light detection optical system, noise-rejection means to remove noise component from signal which shows foreign material which it detects from this foreign-material signal extraction means, and which floated, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

It is characterized by the above-mentioned.

【0011】

また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって半導体基板に対して処理して半導体を製造する半導体の製造方法において、互いに異なる波長を有し、所望の周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記互いに異なる波長成分で分離して受光して複数の信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる複数の信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内

[0011]

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

In manufacturing method of semiconductor which processes to semiconductor substrate by this plasma, and manufactures semiconductor, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which have mutually different wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said mutually different wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into two or more signals, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from two or more signals

に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とする。また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって半導体基板に対して処理して半導体を製造する半導体の製造方法において、所望の波長を有し、互いに異なる周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した互いに異なる周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とする。

acquired from this scattered-light detection optical system, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

In manufacturing method of semiconductor which processes to semiconductor substrate by this plasma, and manufactures semiconductor, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which carried out intensity modulation on frequency which has desired wavelength and is mutually different, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said mutually different frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

It is characterized by the above-mentioned.

【0012】

また、本発明は、前記半導体の製造方法において、前記プラズマ浮遊異物計測装置の照射光学系における強度変調する周波数が、前記プラズマの励起周波数およびその整数倍または前記プラズマの発光周波数およびその整数倍と異なることを特徴とする。また、本発明は、前記半導体の製造方法におけるプラズマ浮遊異物計測装置において、異物信号抽出手段から検出される浮遊した異物を示す複数の信号からノイズ成分を除去するノイズ除去手段を備えたことを特徴とする。また、本発明は、前記半導体の製造方法におけるプラズマ浮遊異物計測装置において、異物信号抽出手段から検出される浮遊した異物を示す複数の信号を基に、積分処理等を施して浮遊した異物を示す時間的に拡大した信号を得る信号処理手段を備えたことを特徴とする。

【0013】

また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによ

【0012】

Moreover, this invention differs in frequency in irradiation optical system of said plasma float foreign-material measuring device which carries out intensity modulation from excitation frequency of said plasma and its integral multiple, or luminescence frequency of said plasma and its integral multiple in manufacturing method of said semiconductor.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention is equipped with noise-rejection means to remove noise component from two or more signals which show foreign material which it detects from foreign-material signal extraction means, and which floated, in plasma float foreign-material measuring device in manufacturing method of said semiconductor.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention is equipped with signal-processing means to acquire signal which shows foreign material which performed and floated integral processing etc. and which was enlarged in time, in plasma float foreign-material measuring device in manufacturing method of said semiconductor based on two or more signals which show foreign material which it detects from foreign-material signal extraction means, and which floated.

It is characterized by the above-mentioned.

【0013】

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

って被処理対象物に対して処理するプラズマ処理方法において、所望の波長を有し、所望の周波数で強度変調したビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射されたビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段と、該異物信号抽出手段で検出された異物を示す信号からノイズ成分を除去するノイズ成分除去手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とする。また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理方法において、互いに異なる波長を有し、所望の周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記互いに異なる波長成分で分離して

In the plasma-processing method processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior beam which has desired wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired wavelength component by beam irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect signal which shows foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system, noise component elimination means to remove noise component from signal which shows foreign material which it detected with this foreign-material signal extraction means Foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

In the plasma-processing method processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which have mutually different wavelength and

受光して複数の信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる複数の信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することを特徴とする。

carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said mutually different wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into two or more signals, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect signal which shows foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from two or more signals acquired from this scattered-light detection optical system, foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

It is characterized by the above-mentioned.

[0014]

また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理方法において、所望の波長を有し、互いに異なる周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検

[0014]

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

In the plasma-processing method processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which carried out intensity modulation on frequency which has desired wavelength and is mutually different, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired wavelength component by two or more beams

出光学系から得られる信号から前記強度変調した互いに異なる周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を用いて前記処理室内に発生したプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を計測することとを特徴とする。また、本発明は、前記プラズマ処理方法において、前記プラズマ浮遊異物計測装置の照射光学系における強度変調する周波数が、前記プラズマの励起周波数およびその整数倍または前記プラズマの発光周波数およびその整数倍と異なることを特徴とする。また、本発明は、前記プラズマ処理方法におけるプラズマ浮遊異物計測装置において、異物信号抽出手段から検出される浮遊した異物を示す複数の信号からノイズ成分を除去するノイズ除去手段を備えたことを特徴とする。

irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said mutually different frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system

Foreign material which floated in plasma generated in said processing chamber interior using plasma float foreign-material measuring device equipped with these (or the vicinity) is measured.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention is set to said plasma-processing method, frequency in irradiation optical system of said plasma float foreign-material measuring device which carries out intensity modulation differs from excitation frequency of said plasma and its integral multiple, or luminescence frequency of said plasma and its integral multiple.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention is equipped with noise-rejection means to remove noise component from two or more signals which show foreign material which it detects from foreign-material signal extraction means, and which floated, in plasma float foreign-material measuring device in said plasma-processing method.

It is characterized by the above-mentioned.

[0015]

[0015]

また、本発明は、前記プラズマ処理方法におけるプラズマ浮遊異物計測装置において、異物信号抽出手段から検出される浮遊した異物を示す複数の信号を基に、積分処理等を施して浮遊した異物を示す時間的に拡大した信号を得る信号処理手段を備えたことを特徴とする。また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理装置において、所望の波長を有し、所望の周波数で強度変調したビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射されたビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段と、該異物信号抽出手段で検出された浮遊した異物を示す信号からノイズ成分を除去するノイズ除去手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を設けたことを特徴とする。

Moreover, this invention is equipped with signal-processing means to acquire signal which shows foreign material which performed and floated integral processing etc. and which was enlarged in time, in plasma float foreign-material measuring device in said plasma-processing method based on two or more signals which show foreign material which it detects from foreign-material signal extraction means, and which floated.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

In plasma-processing apparatus processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior beam which has desired wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired wavelength component by beam irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect signal which shows foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system, noise-rejection means to remove noise component from signal which shows foreign material which it detected with this foreign-material signal extraction means, and

which floated, plasma float foreign-material measuring device equipped with these was provided.

It is characterized by the above-mentioned.

【0016】

また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理装置において、互いに異なる波長を有し、所望の周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記互いに異なる波長成分で分離して受光して複数の信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる複数の信号から前記強度変調した所望の周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を設けたことを特徴とする。また、本発明は、処理室内にプラズマを発生させ、該プラズマによって被処理対象物に対して処理するプラズマ処理装置において、所望の波長を有し、互いに異なる周波数で強度変調した複数のビームを前記処理室内に照射する照射光学系と、該

【0016】

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

In plasma-processing apparatus processed to processed object by this plasma, irradiation optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which have mutually different wavelength and carried out intensity modulation on desired frequency, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said mutually different wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into two or more signals, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said desired frequency component which carried out intensity modulation from two or more signals acquired from this scattered-light detection optical system, plasma float foreign-material measuring device equipped with these was provided.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention makes processing chamber interior generate plasma.

In plasma-processing apparatus processed to processed object by this plasma, irradiation

照射光学系で照射された複数のビームによって前記処理室内から得られる散乱光を前記所望の波長成分で分離して受光して信号に変換する散乱光検出光学系と、該散乱光検出光学系から得られる信号から前記強度変調した互いに異なる周波数成分を抽出することによってプラズマ中若しくはその近傍に浮遊した異物を示す複数の信号を前記プラズマによるものから分離して検出する異物信号抽出手段とを備えたプラズマ浮遊異物計測装置を設けたことを特徴とする。

optical system which irradiates to said processing chamber interior two or more beams which carried out intensity modulation on frequency which has desired wavelength and is mutually different, scattered-light detection optical system which scattered light obtained from said processing chamber interior is separated and received of said desired wavelength component by two or more beams irradiated by this irradiation optical system, and is converted into signal, foreign-material signal extraction means to separate from what depends on said plasma, and to detect two or more signals which show foreign material which floated in plasma (or that vicinity) by extracting said mutually different frequency component which carried out intensity modulation from signal acquired from this scattered-light detection optical system, plasma float foreign-material measuring device equipped with these was provided.

It is characterized by the above-mentioned.

[0017]

また、本発明は、前記プラズマ処理装置の照射光学系に、前記ビームを被処理対象物上を走査させる走査手段を有することを特徴とする。また、本発明は、前記プラズマ処理装置の散乱光検出光学系は、前記処理室内から得られる後方散乱光を受光するように構成したことを特徴とする。また、本発明は、前記プラズマ処理装置の散乱光検出光学系は、前記照射光学系で照射される偏光ビームと

[0017]

Moreover, this invention has scanning means to make irradiation optical system of said plasma-processing apparatus scan processed object top for said beam.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention comprised scattered-light detection optical system of said plasma-processing apparatus so that backscattering light obtained from said processing chamber interior might be received.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention comprised

異なる偏光成分を受光するように構成したことを特徴とする。また、本発明は、前記プラズマ処理装置の照射光学系において、複数のビームの光軸を、近接した平行軸で構成することを特徴とする。また、本発明は、前記プラズマ処理装置の照射光学系において、複数のビームの光軸を、同一で構成することを特徴とする。以上説明した如く、前記構成によれば、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊する微小異物を、プラズマ発光から波長・周波数領域分離して検出するものにおいて、微小異物を示す複数の検出信号を得ることによって、内壁散乱光などの大きな背景雑音を取り除いて異物散乱光による信号のみを選択的にS/Nを向上させて観測することができ、その結果、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンオーダーの微小異物の検出ができる。

scattered-light detection optical system of said plasma-processing apparatus so that different polarized component from polarization beam irradiated by said irradiation optical system might be received.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention is set to irradiation optical system of said plasma-processing apparatus, optical axis of two or more beams consists of parallel axes which approached.

It is characterized by the above-mentioned.

Moreover, this invention is set to irradiation optical system of said plasma-processing apparatus, it is the same and optical axis of two or more beams is comprised.

It is characterized by the above-mentioned.

In that which carries out wavelength * optical-frequency-domain separation, and, as explained above, detects micro foreign material which floats in plasma (or the vicinity) from plasma luminescence according to said composition, by acquiring two or more detecting signals which show micro foreign material, detection of micro foreign material of submicron order which removes loud background noises, such as inner-wall scattered light, can be made to be able to improve S/N selectively, and can observe only signal by foreign-material scattered light, as a result floats in plasma (or the vicinity) can be performed.

[0018]

【発明の実施の形態】

本発明に係る処理室内の汚染状況のリアルタイムモニタリングを可

[0018]

[EMBODIMENT of the Invention]

Semiconductor manufacturing method for enabling real_time monitoring of contamination

能にして異物付着による不良の被処理基板(被処理対象物)を低減して高品質の半導体素子等を製造するための半導体製造方法およびその装置の実施の形態について、図面を用いて説明する。半導体素子等を製造するための処理装置としては、プラズマエッチング装置、プラズマ成膜装置等がある。これらの処理装置は、処理室内にプラズマを発生させ、被処理基板に対してエッチングを施したり、CVDやスパッタリングによって成膜を施すものである。

situation of processing chamber interior based on this invention, reducing unsatisfactory processed substrate (processed object) by foreign-material adhesion, and manufacturing high quality semiconductor element etc. and Embodiment of the apparatus are demonstrated using drawing.

As a processing apparatus for manufacturing semiconductor element etc., there are plasma etching system, plasma film-forming apparatus, etc.

These processing apparatuses make processing chamber interior generate plasma. Etching is performed to processed substrate, film-forming is given by CVD or sputtering.

[0019]

以下、これらの処理装置における処理室内の汚染状況(異物等の発生状況)をリアルタイムモニタリングする実施の形態について、図1～図13を用いて説明する。まず、本発明に係るプラズマ処理装置について、図1を用いて説明する。図1に示すように、プラズマ処理装置201は、被処理基板(被処理対象物)4を載置した電極203上にプラズマ208を発生させ、該発生したプラズマ208によって被処理基板4に対して処理をするものである。このプラズマ処理装置201において、被処理基板4に対してプラズマ処理している時間と共に、反応生成物が排気されずに一部が処理室1内の壁面や電極に堆積していくことになる。更

[0019]

Hereafter, Embodiment which carries out real_time monitoring of the contamination situation (occurrence of foreign material etc.) of processing chamber interior in these processing apparatuses is demonstrated using FIGS. 1-13. First, plasma-processing apparatus based on this invention is demonstrated using FIG. 1.

As shown in FIG. 1, plasma-processing apparatus 201 generates plasma 208 on electrode 203 which positioned processed substrate (processed object) 4.

It processes to processed substrate 4 by this generated plasma 208.

In this plasma-processing apparatus 201, one part deposits to wall surface and electrode in processing chamber 1, without exhausting reaction product with time which carries out plasma processing to processed substrate 4.

Furthermore, about multiple sheets, it

に、被処理基板4を多数枚についてプラズマ処理していくに伴い、堆積した反応生成物が多く剥がれて処理室1内に多量に浮遊し、次にプラズマ208内に浸入する。この浮遊異物の多くは、負に帯電しており、プラズマ中に閉じ込められるが、処理終了により、パワーアンプ206の出力が停止されると同時に、被処理基板4の表面に付着し、多くの異物が付着した不良の被処理基板4を作ることになる。特に、被処理基板4に形成する回路パターンの高集積化が進んで半導体の分野においては、回路パターンの最小線幅は0.25~0.18 μm と微細化の一途を辿っている。従って、被処理基板4の表面に付着する異物のサイズがサブミクロンオーダーでも不良の被処理基板4が作られることになる。

[0020]

次に、プラズマ処理装置201としてのプラズマエッチング装置の一つである平行平板形プラズマエッチング装置について図1を用いて説明する。互いにプラズマ208を形成する間隙を形成して平行になった上部電極202と下部電極203とをプラズマ処理室1内に配置する。下部電極203上には、被処理基板4が設置される。ところで、処理室内の上部電極202と下部

accompanies to carry out plasma processing, and much reaction products which deposited separate and float processed substrate 4 so much in processing chamber 1, next, it permeates into plasma 208.

Many of these float foreign materials are charged to negative, and they are shut up into plasma.

However, by the processing completion, it attaches to surface of processed substrate 4 at the same time output of power amplification 206 is suspended, unsatisfactory processed substrate 4 to which many foreign materials attached is made.

High integration of circuit pattern formed in particular in processed substrate 4 progresses, and, as for minimum line width of circuit pattern, 0.25 to 0.18 micrometer and miniaturization are enhanced in field of semiconductor.

Therefore, processed substrate 4 whose size of foreign material adhering to surface of processed substrate 4 is unsatisfactory also at submicron order is made.

[0020]

Next, parallel-plate form plasma etching system which is one of the plasma etching systems as a plasma-processing apparatus 201 is demonstrated using FIG. 1.

Upper electrode 202 and lower electrode 203 which formed interval which forms plasma 208 mutually and became parallel are arranged in plasma processing room 1.

Processed substrate 4 is installed on lower electrode 203.

By the way between upper electrode 202 of

電極203との間には、外部からエッチング用ガスが供給される。そして、パワーアンプ206の出力電圧は、シグナルジェネレータ205からの高周波信号により変調される。この変調された380～800kHz程度の高周波電圧は、分配器207により分配されて上部電極202と下部電極203との間に印加される。従って、両電極間での放電によって、供給されたエッチング用ガスをプラズマ化してプラズマ208を発生させ、その活性種で被処理基板4をエッチングすることになる。更に、エッチング処理装置は、エッチングの進行状況を監視し、その終点をできるだけ正確に検出することによって所定のパターン形状及び深さになるようにエッチング処理を行う。即ち、終点が検出されるとパワーアンプ206の出力が停止され、その後被処理基板4が処理室1から搬出される。この他に、プラズマエッチング装置としては、共振させたマイクロ波を導入して磁界若しくは電界によってプラズマ化してエッチングするものがある。また、プラズマ成膜装置としては、例えばCVDガスを上部電極から供給し、この供給されたCVDガスを高周波電力によってプラズマ化して反応させて被処理基板上に成膜するものがある。

[0021]

processing chamber interior, and lower electrode 203, gas for etching is supplied from exterior.

And output voltage of power amplification 206 is modulated by high frequency signal from signal generator 205.

This modulated high-frequency voltage of about 380 - 800kHz is distributed by distributor 207, and is impressed between upper electrode 202 and lower electrode 203.

Therefore, according to discharge between both electrodes, supplied gas for etching is plasmified and plasma 208 is generated.

Processed substrate 4 is etched with the active type.

Furthermore, etching processing apparatus monitors advance situation of etching, by detecting the end point as correctly as possible, etching processing is performed so that it may become fixed pattern shape and fixed depth.

That is, a detection of end point suspends output of power amplification 206, after that, processed substrate 4 is taken out from processing chamber 1.

In addition, resonated microwave is introduced as a plasma etching system, and there are some which plasmify and etch by magnetic field or electrical field.

Moreover, as a plasma film-forming apparatus, CVD gas is supplied from upper electrode, for example, there are some which plasmify this supplied CVD gas, it is made to react with high frequency electric power, and are formed into a film on processed substrate.

[0021]

次に、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置100の基本原理について、図2～図4を用いて説明する。プラズマ浮遊異物計測装置100は、プラズマ処理装置において発生したプラズマ208の中若しくは近傍に浮遊する異物を計測する必要がある。図2には、プラズマ励起周波数を400kHzとした場合におけるエッチング中の時間に対するプラズマ発光波形の観測例(時間と発光強度[V]との関係)を示す。図2に示すように、プラズマ発光強度[V]は、プラズマ励起周波数400kHzと同期して、周期的に変化しているのが判る。図3には、この発光波形をスペクトラムアナライザで観測した例(周波数[MHz]と発光強度[mV]との関係)を示す。図3に示すように、基本周波数400kHzとその整数倍の800kHz、1200kHz、1600kHz・・・の高調波成分が観測される。また、図3に示すように、発光強度が、0.7mV程度の様々な周波数成分を持ったノイズ成分に対して基本周波数400kHzおよびその2倍の800kHzについては1.9mV程度、その3倍の1200kHzについては1.6mV程度、その4倍の1600kHzについては1.4mV程度観測される。図4には、図3に示すノイズ成分を除いた状態でのプラズマ発光の周波数スペクトルと、波長633nm(赤色)のレーザ光について周波

Next, basic principle of plasma float foreign-material measuring device 100 based on this invention is demonstrated using FIGS. 2-4.

Plasma float foreign-material measuring device 100 needs to measure foreign material which floats to inside of plasma 208 generated in plasma-processing apparatus, or vicinity.

In FIG. 2, example of observation of plasma luminescence waveform with respect to time under etching at the time of setting plasma excitation frequency to 400kHz (relationship between time and luminescence intensity [V]) is shown.

As shown in FIG. 2, synchronizing with plasma excitation frequency of 400kHz, it turns out that plasma luminescence intensity [V] varies periodically.

In FIG. 3, example (relationship between frequency [MHz] and luminescence intensity [mV]) which observed this luminescence waveform with spectrum analyzer is shown.

As shown in FIG. 3, it observes basic frequency and 800kHz, 1200kHz, 1600kHz*** harmonic component of integral multiple of 400kHz.

Moreover, as shown in FIG. 3, about 1.9mV is observed about 800kHz of basic frequency and double of 400kHz to noise component in which luminescence intensity had about 0.7mV various frequency components, about 1.6mV is observed about triple 400kHz, and it observes about 1.4mV about 1600kHz which is 4 times.

When intensity modulation is carried out and FIG. 4 is irradiated on frequency of 300kHz about frequency spectrum of plasma luminescence in the state except noise

数300kHzで強度変調して照射した際プラズマ中の浮遊異物から検出される散乱光の発光の周波数スペクトルとを示す。すなわち、図4に示すように、プラズマ励起周波数を400kHzとした場合、プラズマ発光の周波数スペクトルは、様々な周波数成分を持ったノイズ成分の上に直流成分240と400kHz成分241というように離散的に存在し、周波数領域において空き領域があることが判る。また、図4から明らかなように、被処理基板4上に発生したプラズマ208からは様々な波長成分(主に300nm(近紫外光)～490nm(青色)程度)を持った光が発光されて浮遊したサブミクロンオーダの異物に照射されることになる。

[0022]

従って、例えば、波長633nm(赤色)のレーザ光を、上記プラズマ発光の周波数とは異なる例えば周波数300kHzで強度変調し、該強度変調されたレーザ光を処理室1内に入射し、検出光の中から波長633nm、周波数300kHz成分、すなわちピーク(レーザ光の波長分離+変調・同期検波をする場合)242のみを取り出せば、サブミクロンオーダの異物からの散乱光を、様々な周波数成分と様々な波長成分とからなるノイズ成分を有するプラズマ発光から分離して検出することが可能と

component shown in FIG. 3, and laser beam of wavelength 633 nm (red), frequency spectrum of luminescence of scattered light which it detects from float foreign material in plasma is shown.

That is, as shown in FIG. 4, when plasma excitation frequency is set to 400kHz, frequency spectrum of plasma luminescence exists discretely like direct_flow component 240 and 400kHz component 241 on noise component with various frequency components, it turns out that there is space area in optical frequency domain.

Moreover, from plasma 208 generated on processed substrate 4, it is irradiated by foreign material of submicron order which light with various wavelength components (mainly 300 nm (near-ultraviolet light) - 490 nm (blue) grade) emitted light, and floated as is evident from FIG. 4.

[0022]

It follows, for example, intensity modulation of the laser beam of wavelength 633 nm (red) is carried out on different frequency of 300kHz from frequency of the above-mentioned plasma luminescence, this laser beam by which intensity modulation was carried out is irradiated in processing chamber 1, if only wavelength 633 nm, and frequency component of 300kHz (that is, peak (when carrying out wavelength separation + modulation * synchronous detection of laser beam) 242) are taken out out of detection light, it can separate from plasma luminescence which has noise component which is made of various frequency components and various wavelength

なる。このように、検出光の中から照射したレーザ光の波長成分と強度変調した周波数成分(変調・同期検波)の両方から抽出することによって、サブミクロンオーダーの異物からの散乱光を、様々な周波数成分と様々な波長成分とからなるノイズ成分を有するプラズマ発光から分離して検出することが可能となる。もし、レーザ光の波長分離だけで、変調・同期検波をしないと、異物からの散乱光はプラズマ発光による直流成分の中に埋もれてしまい、異物を検出することが不可能となる。ところで、照射するレーザ光の波長としては、プラズマが主に発光する300nm(近紫外光)～490nm(青色)程度と異なった長波長の赤色および赤外光とすることも可能であるが、サブミクロンオーダーの異物からの散乱光を多くとるためには緑より短い波長(例えば紫色または紫外光)を用いた方が好ましい。このように、プラズマから発光する波長成分を有するレーザ光を照射させたとしても、検出光の中から照射したレーザ光の波長成分と強度変調した周波数成分の両方から抽出することによって、サブミクロンオーダーの異物からの散乱光を、ノイズ成分を有するプラズマ発光から分離して検出することが可能となる。

components in scattered light from foreign material of submicron order, and can detect.

Thus, by extracting from both of frequency components (modulation * synchronous detection) which carried out intensity modulation with wavelength component of laser beam irradiated out of detection light, it can separate from plasma luminescence which has noise component which is made of various frequency components and various wavelength components in scattered light from foreign material of submicron order, and can detect.

If modulation * synchronous detection is not carried out, scattered light from foreign material is buried into direct flowing component by plasma luminescence, and it becomes impossible to detect foreign material only by wavelength separation of laser beam.

It can also be considered as red of long wavelength and infrared-light which differed in plasma from 300 nm (near-ultraviolet light) - 490 nm (blue) grade which mainly emits light as a wavelength of emitting laser beam by the way. But, it is more desirable to use shorter wavelength (for example, purple or ultra-violet ray) green in order to take much scattered lights from foreign material of submicron order.

Thus, though laser beam which has wavelength component which emits light from plasma was irradiated, by extracting from both of frequency components which carried out intensity modulation with wavelength component of laser beam irradiated out of detection light, it can separate from plasma luminescence which has noise component, and scattered light from foreign material of submicron order can be

detected.

【0023】

次に、本発明に係るプラズマ中若しくはその近傍に浮遊する異物計測装置100の第1の実施例について説明する。図1および図5には、プラズマ浮遊異物計測装置100の第1の実施例を示すものである。プラズマ浮遊異物計測装置100は、レーザ照射光学系101、散乱光検出光学系102、および信号処理・制御系103からなる。レーザ照射光学系101では、まず、波長として532nmの固体レーザ光(半導体レーザで励起される。)、633nmのHe-Neレーザ光、514.5nmのArレーザ光、780nmの半導体レーザ光等を出射するレーザ光源8から出射されたP偏光ビーム9をマルチチャンネル強度変調器10に入射する。マルチチャンネル強度変調器10としては、マルチチャンネルAO(Acousto-Optical)変調器や、P偏光ビームを分離光学系で複数に分離し、該分離された各光束に対して開口を形成した円板を高速回転するように構成した複数の機械的な強度変調器等で構成することができる。マルチチャンネル強度変調器10としての例えばAO変調器には、計算機55からの制御信号120に基づき、発振器13、14の各々から出力されたプラズマ発光の周波数とは異なる

【0023】

Next, 1st Example of foreign-material measuring device 100 which floats in plasma based on this invention (or the vicinity) is demonstrated.

In FIG. 1 and FIG. 5, 1st Example of plasma float foreign-material measuring device 100 is shown.

Plasma float foreign-material measuring device 100 is made of laser irradiation optical system 101, scattered-light detection optical system 102, and signal-processing * control system 103.

By laser irradiation optical system 101

First, P polarization beam 9 which it emitted from laser light source 8 which emits 532 nm solid-laser-material light (it excites by semiconductor laser), 633 nm He-Ne laser beam, 514.5 nm Ar laser beam, 780 nm semiconductor-laser light, etc. as a wavelength is irradiated to multichannel intensity modulator 10.

As a multichannel intensity modulator 10, multichannel AO (Acousto-Optical) modulator and P polarization beam are separated into plurality by separation optical system, it can comprise from two or more mechanical intensity modulators comprised so that high velocity revolution of the disc which formed opening to each of this separated flux of light might be carried out.

For example, with AO modulator as a multichannel intensity modulator 10, it differs from frequency of plasma luminescence

例えば周波数300kHz、500kHz、デューティ40～60%（好ましくはデューティ50%）の矩形波信号が印加されているため、入射されたP偏光ビーム9は、これらの周波数で強度変調される。この強度変調された互いに平行な2つのビーム601、602はビームエキスパンダ150により拡大され、この拡大された2つのビームは光学系160によって非常に深い焦点深度（被処理基板4の径より大きな300mm以上）をもって集束される2つのビームに変換される。即ち、発振器（シグナルジェネレータ）13及び14から互いに異なる周波数の信号を2チャンネル強度変調器10の各々のチャンネルに入力することによって、2チャンネル強度変調器10の各々からは、互いに異なる周波数で変調された2つの出射ビーム601及び602が得られる。但し、2チャンネル強度変調器10の各々で変調する互いに異なる変調周波数としては、プラズマ励起周波数を400kHzとした場合、400kHz及びその高調波成分（2倍の800kHz、3倍の1200kHz等）の近傍を避けた周波数（例えば、300kHz、500kHzなど）にする必要がある。

[0024]

光軸が調整され、且つ近接した2つの平行ビーム601及び602は、P偏光で、偏光ビームスプリッタ1

outputted from each of oscillators 13 and 14 based on control signal 120 from computer 55, for example, since frequency of 300kHz, 500kHz, and square-wave signal of 40 to 60% of duties (preferably duty 50%) are impressed, intensity modulation of the P polarization beam 9 which it irradiated is carried out on these frequencies.

These two mutually parallel beams 601 and 602 by which intensity modulation was carried out are enlarged by beam expander 150, these two enlarged beams are converted into two beams which focus with very deep depth of focus (more major 300 mm or more than diameter of processed substrate 4) according to optical system 160.

That is, two emission beams 601 and 602 modulated on mutually different frequency are obtained from each of two-channel intensity modulator 10 by inputting into each channel of two-channel intensity modulator 10 signal of frequency which is mutually different from oscillators (signal generator) 13 and 14.

However, as a mutually different modulating frequency modulated in each of two-channel intensity modulator 10, when plasma excitation frequency is set to 400kHz, it is necessary to make it 400kHz and frequency (for example, 300kHz, 500kHz etc.) which avoided vicinity of the harmonic component (800kHz of double, triple 1200kHz etc.).

[0024]

Optical axis is adjusted, and it reflects by galvanometer mirror (optical scanning means) 18 which two collimated beams 601 and 602

7を通過して高速駆動するガルバノミラー(光走査手段)18で反射され、石英窓からなる観測窓7を透過してプラズマ処理室1内に入射し、被処理基板4の上空を全面走査する。このように、300mm以上という焦点深度の非常に深く、且つ直径 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 程度の2つのビーム601、602を用いることにより、被処理基板4の上空全面を均一のエネルギー密度で走査することが可能となる。また、プラズマ処理装置では、異物はプラズマシース境界面近傍に多く存在すると考えられているので、2つのビーム601、602を被処理基板4直上のプラズマシース境界面付近を通過させるように照射することが望まれる。従って、プラズマ処理室1内に対して、2つのビーム601、602の高さ方向の照射位置が調整できるようにすることが必要となる。即ち、2つのビーム601、602の高さ方向の照射位置を最適にする必要がある。

[0025]

更に、この均一のエネルギー密度で走査される2つのビーム601、602が、プラズマ208中若しくは近傍の浮遊異物209に照射されると、該浮遊異物209によって散乱される。異物散乱光210Pのうち入射ビーム601、602と同一の光軸

which approached are P polarization, and passes and carries out high-speed actuation of the polarizing beam splitter 17, observation aperture 7 which is made of quartz aperture is permeated, and it irradiates in plasma processing room 1, whole-surface scan of the sky of processed substrate 4 is carried out.

Thus, depth of focus called 300 mm or more is very deep, and when diameter uses beams 601 and 602 which are two which are 10 micrometer - 30 micrometer level, sky whole surface of processed substrate 4 can be scanned with uniform energy density.

Moreover, with plasma-processing apparatus, it is thought that much foreign materials exist near the plasma sheath interface boundary.

Therefore, to irradiate two beams 601 and 602 so that near plasma sheath interface boundary of processed-substrate 4 right above may be passed is desired.

Therefore, it is necessary to inside of plasma processing room 1 to enable it to adjust irradiation position of the height direction of two beams 601 and 602.

That is, it is necessary to carry out optimally irradiation position of the height direction of two beams 601 and 602.

[0025]

Furthermore, if two beams 601 and 602 scanned with this uniform energy density are irradiated by float foreign material 209 of inside of plasma 208, or vicinity, they will be scattered with this float foreign material 209.

Scattered light by which backscattering was carried out to optical axis of the same as

に後方散乱された散乱光は、ガルバノミラー（光走査手段）18で反射され、そのうちS偏光成分210が偏光ビームスプリッタ17で反射され、石英等の結像レンズ19により石英等の光ファイバ30の入射端面20に集光される。処理室1の壁面1Wや観測窓7等からの直接反射光は入射光601、602と同じP偏光であるため、偏光ビームスプリッタ17を透過し、光ファイバ30には入射しない。このように、処理室1の壁面1Wや観測窓7等からの直接反射光については、その大半を光学的に消去することが可能である。なお、以上では、P偏光照明、S偏光検出の場合について説明したが、これに限定されるものでなく、S偏光照明、P偏光検出でも良い。この場合、偏光ビームスプリッタ17における反射と透過との関係を逆にする必要はある。

irradiation beams 601 and 602 among foreign-material scattered-light 210P is reflected by galvanometer mirror (optical scanning means) 18, among those, S polarized component 210 is reflected by polarizing beam splitter 17, it is condensed by irradiation end face 20 of optical fibers 30, such as quartz, with image formation lenses 19, such as quartz.

Since direct reflection light from wall-surface 1W and observation aperture 7 grade of processing chamber 1 is the same P polarization as incident lights 601 and 602, polarizing beam splitter 17 is permeated, it does not irradiate to optical fiber 30.

Thus, about direct reflection light from wall-surface 1W and observation aperture 7 grade of processing chamber 1, the most is optically eliminable.

In addition, above, case of P polarization illumination and S polarization detection was demonstrated.

However, it is not limited to this and S polarization illumination and P polarization detection are also possible.

In this case, it is necessary to make reverse reflection in polarizing beam splitter 17, and relationship of being transparent.

【0026】

図6に示すように、被処理基板4の中央60と光ファイバ30の入射端面20とが結像関係になっているが、入射端面20のファイバ束領域（受光領域）70は、デフォーカスした被処理基板4の両端61、62からの散乱光も検出可能な大き

【0026】

As shown in FIG. 6, center 60 of processed substrate 4 and irradiation end face 20 of optical fiber 30 have image formation relationship.

However, fiber flux region (reception region) 70 of irradiation end face 20 constitutes size (area 65 shown in FIG. 7) which can also detect scattered light from ends 61 and 62 of

さ(図7に示す面積65)となつてい
る。従つて、上記2つのビーム60
1、602と併せ、被処理基板4の
全面において、微小浮遊異物に
対して均一エネルギー照明・均一感
度検出が可能となる。光ファイバ3
0の出射端はモノクロメータ40に
接続されており、レーザ光9と同
一波長成分(532nm、または63
3nm、または514.5nm、または
780nm)が抽出され、光電子像
倍管、アバランシュ・ホトダイオー
ド等の光電変換素子42により光
電変換される。分光器として、モノ
クロメータでなく干渉フィルタを用
いて波長分離することも可能であ
る。検出信号は、信号処理・制御
系103において、レーザ変調周
波数よりも十分広い500kHz程度
の帯域をもつ電流-電圧変換増
幅器44で増幅された後、ロックイ
ンアンプ等の同期検波回路46、4
7に送られる。同期検波回路46、
47の各々では、レーザ光の変調
に用いた、発振器13、14の各々
から出力された強度変調周波数
(例えば300kHz、500kHz)、所
望のデューティ(例えば40~6
0%、好ましくは50%)の矩形波
信号131、141を参照信号とし
て、同期検波により、検出信号か
ら強度変調周波数(例えば300k
Hz、500kHz)の異物散乱光成
分が抽出され、上記変調周波数
(例えば300kHz、500kHz)成
分以外の周波数成分は除去され

processed substrate 4 which carried out defocus.

Therefore, it combines with the two above-mentioned beams 601 and 602, in whole surface of processed substrate 4, uniform energy illumination * uniform sensitivity detection can be performed to micro float foreign material.

Outgoing end of optical fiber 30 is connected to monochromator 40, the same wavelength component (532 nm, 633 nm, 514.5 nm, or 780 nm) as laser beam 9 is extracted, photoelectric conversion is carried out by optoelectric transducers 42, such as photomultiplier and avalanche photodiode.

Wavelength separation can also be carried out using not monochromator but interference filter as a spectrometer.

In signal-processing * control system 103, after detecting signal is magnified with electric-current-voltage-transduction amplifier 44 with about 500kHz band sufficiently larger than laser modulating frequency, it is sent to synchronous-detection circuits 46 and 47, such as lock-in amp.

In each of synchronous-detection circuits 46 and 47, foreign-material scattered-light component of intensity modulating frequency (for example, 300kHz, 500kHz) is extracted from detecting signal by synchronous detection by making into refer signal intensity modulating frequency (for example, 300kHz, 500kHz) and square-wave signals 131 and 141 of desired duty (for example, 40 to 60%, preferably 50%) which were outputted from each of oscillators 13 and 14 used for modulation of laser beam,

る。その結果、同期検波回路46及び47の各々の出力は、図4に示すように、プラズマ発光から波長領域及び周波数領域両方共に分離された信号となる。

frequency components other than the above-mentioned modulating-frequency (for example, 300kHz, 500kHz) component are removed.

As a result, as shown in FIG. 4, each output of synchronous-detection circuits 46 and 47 constitutes signal with which both wavelength region and optical frequency domain were separated from plasma luminescence.

【0027】

次に、プラズマ処理室1中に異物が存在した場合に観測される信号について、図8を用いて説明する。図8は、2つのレーザビーム601及び602を走査しながら得られる同期検波回路46、47の出力のうち、被処理基板上のある一走査位置での出力の時間変化を示したものである。信号501及び502のうち、ピーク信号501a～501e及びピーク信号502a～502eが異物散乱信号である。異物散乱信号501aと502a、501bと502b、・・・、501eと502eは、各々ビーム601と602の間隔及び走査速度で決まる時間間隔 Δt だけずれた時刻で検出される。このとき、出力Iは、処理室1の内壁や観察窓7などから発生する背景雑音のうち、前述の偏光分離によって除去しきれなかった雑音によるものである。この背景雑音による直流レベルは、信号501及び502いずれも同レベルであると考えられるので、減算増幅回路等の信号

【0027】

Next, signal which it observes when foreign material exists in plasma processing room 1 is demonstrated using FIG. 8.

FIG. 8 showed time change of output in certain 1 scanning position on processed substrate among output of synchronous-detection circuits 46 and 47 obtained while scanning two laser beams 601 and 602.

Peak signal 501a-501e and peak signal 502a-502e are foreign-material scattering signals among signals 501 and 502.

It detects foreign-material scattering signal 501a, 502a, 501b, 502b and ***, and 501e and 502e at time when only time interval (DELTA) t respectively decided by spacing and scanning rate of beams 601 and 602 offset.

At this time, Output I is based on noise which was not able to be removed according to the above-mentioned polarization separation among background noises generated from inner wall and 7 etc. of observation ports of processing chamber 1.

Direct current level by this background noise is considered that all of signals 501 and 502 are these levels.

処理回路52において、信号502から信号501を減算することにより背景散乱光による直流雑音成分が消去され、更に増幅処理を行うことによって図8(c)に示す如く同一の浮遊微小異物に対して上記時間間隔 Δt ずれ、正・負に現れた2つの信号503が得られる。この得られた信号503は、同一の浮遊微小異物による散乱信号を短い時間で観測しているため、異物散乱信号強度の時間微分を観測していることになる。従って、信号503を積分回路等の信号処理回路53により積分処理すると、図8(d)に示す如く、各浮遊微小異物に対して上記時間間隔で示される1つの大きな時間幅を示す異物信号504が得られる。

[0028]

計算機55では、ドライバ56を介して走査制御信号をガルバノミラー(光走査手段)18に送り、2つのビーム601、602を走査しつつ各走査位置での大きな時間幅を示す異物信号504を逐一検出でき、被処理基板4の単位で内部のメモリ(図示せず)または外部に設けられた記憶装置57に記憶されることが可能となる。そして、被処理基板4に対してプラズマ処理(例えばエッチング、CVD等)が

Therefore, it sets in signal-processing circuits 52, such as subtraction amplifier circuit, direct flowing noise component by background scattered light is eliminated by subtracting signal 501 from signal 502, furthermore, it is the above-mentioned time interval (Δt) gap to the float micro foreign material same as shown in FIG.8(c) by performing magnification processing, two signals 503 which appeared in positive-negative are acquired.

Since this acquired signal 503 observes scattering signal by the same float micro foreign material in short time, it observes time differential of foreign-material scattering signal strength.

Therefore, if integral processing of signal 503 is carried out by signal-processing circuits 53, such as integration circuit, foreign-material signal 504 which shows one major time width shown with the above-mentioned time interval to each float micro foreign material as shown in FIG.8(d) will be acquired.

[0028]

By computer 55, scanning control signal is sent to galvanometer mirror (optical scanning means) 18 through driver 56, and foreign-material signal 504 which shows major time width in each scanning position can be detected one-by-one, scanning two beams 601 and 602, it can store in memory unit 57 provided in internal memory (not shown) or internal exterior in unit of processed substrate 4.

And after plasma processings (for example, etching, CVD, etc.) are completed to processed

終了すると、被処理基板4が処理室1から搬出されて1枚の被処理基板4に対するサブミクロンのオーダーの浮遊微小異物の計測が終了する。計算機55は、記憶装置57に記憶された各被処理基板単位での各走査位置での浮遊微小異物の検出信号を、出力手段である例えばディスプレイ58に出力することが可能である。

【0029】

もし、計算機55が、被処理基板4の単位で、プラズマ若しくはその近傍に浮遊している微小異物209の個数を求めたい場合には、この異物信号504をガルバノミラー18を一回走査する毎に計数することで求めることができる。なお、被処理基板4の単位で、プラズマ若しくはその近傍に浮遊している微小異物209の個数を求めたい場合に、ガルバノミラー18を所定の時間間隔で回転させて、2つのビーム601、602を複数回走査してもよい。このように、計算機55において浮遊微小異物の発生状況を把握することができるので、被処理基板4の処理枚数に対応する累積放電時間の増加と共に、計測される浮遊微小異物の個数が増加していることが判り、浮遊微小異物が発生しないように原因を推定して対策を施すことができ、また、処理室1のクリーニング時間を正確に判断することが可能

substrate 4, processed substrate 4 is taken out from processing chamber 1, and measurement of float micro foreign material of submicron order with respect to one sheet of processed substrate 4 is completed.

Computer 55 can output detecting signal of float micro foreign material in each scanning position in each processed-substrate unit stored in memory unit 57 to display 58 which is output means.

[0029]

When computer 55 wants to search for number (quantity) of micro foreign material 209 which floats to plasma (or that vicinity) in unit of processed substrate 4, this foreign-material signal 504 can be searched for by counting, whenever it scans galvanometer mirror 18 once.

In addition, in unit of processed substrate 4, galvanometer mirror 18 may be rotated with fixed time interval and several times of scan of the two beams 601 and 602 may be carried out to search for number (quantity) of micro foreign material 209 which floats to plasma (or the vicinity).

Thus, occurrence of float micro foreign material can be grasped in computer 55.

Therefore, with increase in accumulation discharge time corresponding to processing number of sheets of processed substrate 4, it can turn out that number (quantity) of float micro foreign material measured increases, cause can be presumed that float micro foreign material is not generated, and measures can be taken, moreover, cleaning time of processing

となる。

chamber 1 can be judged correctly.

[0030]

また、2つのビーム601、602をガルバノミラー18で一緒に走査することによって、同一の浮遊微小異物から2つの検出信号501、502が得られるので、信号処理回路52において、浮遊微小異物を示す信号を強調させてS/Nの高い浮遊微小異物信号を得ることもできる。例えば、2つの検出信号501、502を、信号処理回路52において、一度画像メモリに記憶させ、時間的ずれ無くした状態で読み出すことによって図9(a)(b)に示す如く時間的にずれのない2つの検出信号501'、502'を得、この得られた一方の信号を反転させて両信号を差をとることによって図9(c)に示す浮遊微小異物を強調させた信号503'を得ることもできる。このように、計算機55において浮遊微小異物の発生状況を把握することができるので、被処理基板4の処理枚数に対応する累積放電時間の増加と共に、計測される浮遊微小異物の個数が増加していることが判り、浮遊微小異物が発生しないように原因を推定して対策を施すことができ、また、処理室1のクリーニング時間を正確に判断することが可能となる。以上説明したように、本第1の実施例によれば、2つのビームを用いて波長及び周波数の2

[0030]

Moreover, two detecting signals 501 and 502 are acquired from the same float micro foreign material by scanning two beams 601 and 602 together by galvanometer mirror 18.

Therefore, it sets in signal-processing circuit 52, signal which shows float micro foreign material can be emphasized, and high float micro foreign-material signal of S/N can also be acquired.

For example, two detecting signals 501 and 502 are set in signal-processing circuit 52, it is made to store in image memory once.

Two detecting-signals 501' which does not have gap in time as shown in FIG.9(a)(b), and 502' are obtained by reading, where time lag is made for there to be nothing, signal is reversed and while it is obtained takes difference for both signals, signal 503' which emphasized float micro foreign material shown in FIG.9(c) can also be obtained.

Thus, occurrence of float micro foreign material can be grasped in computer 55.

Therefore, with increase in accumulation discharge time corresponding to processing number of sheets of processed substrate 4, it can turn out that number (quantity) of float micro foreign material measured increases, cause can be presumed that float micro foreign material is not generated, and measures can be taken, moreover, cleaning time of processing chamber 1 can be judged correctly.

As explained above, according to Example of this 1st, using two beams, it separates from

つの領域について微弱な異物散乱光をプラズマ発光から分離して検出し、上記減算及び積分処理により、内壁散乱光などの大きな背景雑音を取り除き積分処理(時間的な拡大処理)をすることで異物散乱光による信号のみを選択的に検出することができて異物検出感度が向上し、従来法では検出が困難であると予想される、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンオーダーの微小異物の検出が可能となる。

plasma luminescence and feeble foreign-material scattered light is detected about two region of frequency and wavelength, only signal by foreign-material scattered light can be selectively detected by removing loud background noises, such as inner-wall scattered light, and carrying out integral processing (time enlargement processing) by the above-mentioned subtraction and integral processing, and foreign-material detection sensitivity improves, in conventional method, detection of micro foreign material of submicron order which floats in plasma (or the vicinity) anticipated that detection is difficult can be performed.

【0031】

また、上記第1の実施例では2本のビームを用いたが、3本以上のビームを用いて行うことも可能である。その場合、隣り合うビームによる散乱信号を用いて、上記第1の実施例と同様な信号処理を行えば、各々のビームの走査範囲を狭くすることも可能で、上記実施例に比べウェハ全面の検査時間を短縮することも可能となる。更に、ビームの数を増加すれば、ウェハ全面をほぼ同時に検出することも可能となる。また、後方散乱光を散乱光検出光学系102で検出するように構成したので、ガルバノミラー18の走査に同期させて容易にプラズマ中若しくはその近傍に浮遊する異物を検出することが可能となり、レーザ照射光学系

【0031】

Moreover, two beams were used in said 1st Example.

However, it can also carry out using three or more beams.

In that case, if the similar signal processing as said 1st Example is performed using scattering signal by adjacent beam, it is also possible to narrow scanning zone of each beam, and inspection time of wafer whole surface can also be shortened compared with the above-mentioned Example.

Furthermore, if the number of beams is increased, wafer whole surface can also be detected almost simultaneous.

Moreover, since it comprised so that backscattering light might be detected by scattered-light detection optical system 102, it becomes possible to detect foreign material which is synchronized with scan of

101および散乱光検出光学系102の簡素化(コンパクト化)をはかることができる。これらの効果により、プラズマ処理室内の汚染状況をリアルタイムでモニタリングが可能となり、異物付着による不良の被処理基板の発生を低減することができるという効果と、装置クリーニング時期を正確に把握することができるという効果が生まれる。また、ダミーウェハを用いた異物の先行チェック作業の頻度が低減できるため、コスト低減と生産性の向上という効果が生まれる。

galvanometer mirror 18 and floats in plasma (or the vicinity) easily, simplification (miniaturization) of laser irradiation optical system 101 and scattered-light detection optical system 102 can be achieved.

According to these effects, monitoring becomes it is real_time and possible about contamination situation in plasma processing room, effect reduce generating of unsatisfactory processed substrate by foreign-material adhesion and that things can be carried out, and effect that apparatus cleaning stage can be grasped correctly are born.

Moreover, since frequency of precedence check operation of foreign material using dummy wafer can be reduced, effect of improvement of cost reduction and productivity is born.

[0032]

また、観測窓7の内面に、プラズマ処理による反応生成物等が付着されて堆積しないように工夫する必要がある。例えば、観測窓7の内面に反応生成物ができるだけ浸入しないように突き出た角筒状の遮蔽物70を設けることによって、反応生成物等が付着するのを防止することができる。y軸方向には、相対向する遮蔽物70の間隔を狭め、x軸方向には、相対向する遮蔽物59の間隔を、ガルバノミラー18で走査可能なように広げると共に内側に行くに従って広げる必要がある。また、この遮蔽物59の外側近傍に反応生成物等を排気させる排気口を設けるこ

[0032]

Moreover, it is necessary to devise so that inner face of observation aperture 7 may attach to reaction product by plasma processing etc. and it may not deposit inside.

For example, it can prevent that reaction product etc. attaches by providing shelter 70 of the form of a prismatic tube which projected so that reaction product might not infiltrate into inner face of observation aperture 7 as much as possible.

Spacing of shelter 70 mutually opposing is narrowed in y axial direction, while extending spacing of shelter 59 mutually opposing in the direction of x-axis so that it can scan by galvanometer mirror 18

It is necessary to extend as it goes inside.

Moreover, it can prevent that reaction product

とによって、更に2つのビーム601、602が入射する観測窓7の内面に反応生成物等が付着するのを防止することができる。また、相対向する一方の遮蔽物59から他方の遮蔽物59へとプラズマ処理に影響しないガス(例えば、不活性ガスまたは処理ガス)を流すことによって、更に2つのビーム601、602が入射する観測窓7の内面に反応生成物等が付着するのを防止することができる。

etc. attaches to inner face of observation aperture 7 which two more beams 601 and 602 irradiate by providing exhaust port which exhausts reaction product etc. near the outer side of this shelter 59.

Moreover, it can prevent that reaction product etc. attaches to inner face of observation aperture 7 which two more beams 601 and 602 irradiate by while mutually opposing and passing gas (for example, inert gas or process gas) which does not influence shelter 59 of another side from shelter 59 at plasma processing.

【0033】

次に、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第2の実施例について図10を用いて説明する。図10は、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第2の実施例の構成を示すものである。プラズマ浮遊異物計測装置は、レーザ照明光学系104と、散乱光検出光学系105と、信号処理・制御系103からなる。

【0033】

Next, 2nd Example of plasma float foreign-material measuring device based on this invention is demonstrated using FIG. 10.

FIG. 10 shows composition of 2nd Example of plasma float foreign-material measuring device based on this invention.

Plasma float foreign-material measuring device is made of laser illumination optical system 104, scattered-light detection optical system 105, and signal-processing * control system 103.

【0034】

本第2の実施例では、2本のビームによる散乱光を区別するため、異なる波長のレーザを用いて波長分離して異物散乱光を検出するものである。この際第1の実施例と同様、ビームを強度変調し、同期検波検出法を併用することにより、レーザ散乱光をプラズマ発光から波長・周波数領域の両方に

【0034】

In the Example of this second, in order to distinguish scattered light by two beams, wavelength separation is carried out using laser of different wavelength, and foreign-material scattered light is detected.

In this case, intensity modulation of the beam as well as 1st Example is carried out, by using synchronous-detection detection method together, laser scattered light is separated and

において分離して検出する。波長として532nmの固体レーザ光(半導体レーザで励起される。)、633nmのHe-Neレーザ光、514.5nmのArレーザ光、780nmの半導体レーザ光等の異なる波長のレーザ光を出射するレーザ光源8、9から出射されたPまたはS偏光ビームを強度変調器11、12に入射させる。強度変調器11、12としては、AO(Acousto-Optical)変調器や開口を形成した円板を高速回転するように構成した機械的な強度変調器等で構成することができる。強度変調器11、12としての例えばAO変調器には、計算機55からの制御信号120に基づき、発振器13から出力されたプラズマ発光の周波数とは異なる例えば周波数300kHz、デューティ40~60%(好ましくは50%)の矩形波信号が印加されているため、入射されたPまたはS偏光ビームは、この周波数で強度変調される。この強度変調される周波数としては、プラズマ励起周波数およびその高調波成分と異なる例えば300kHz程度を用いる。また、ビームの偏光はPまたはS偏光とする。この強度変調された2つのビーム603、604の各々は、ミラー15、16で反射させてビームエキスパンダ150により拡大され、この拡大されたビームは光学系160により非常に深い焦点深度をもつ直径約10 μ m~30 μ m程度

detected in both of wavelength * optical frequency domains from plasma luminescence. Intensity modulators 11 and 12 are made to irradiate P or S polarization beam which it emitted from laser light sources 8 and 9 which emit laser beams of different wavelength, such as 532 nm solid-laser-material light (it excites by semiconductor laser), 633 nm He-Ne laser beam, 514.5 nm Ar laser beam, and 780 nm semiconductor-laser light, as a wavelength.

It can comprise from mechanical intensity modulator comprised so that high velocity revolution of the disc in which it formed AO (Acousto-Optical) modulator and opening might be carried out as intensity modulators 11 and 12.

Based on control signal 120 from computer 55, it differs for example, in AO modulator as intensity modulators 11 and 12 from frequency of plasma luminescence outputted from oscillator 13, for example, frequency of 300kHz and square-wave signal of 40 to 60% of duties (preferably 50%) are impressed to it.

Therefore, intensity modulation of P or S polarization beam which it irradiated is carried out on this frequency.

As this frequency by which intensity modulation is carried out, different about 300kHz from plasma excitation frequency and its harmonic component is used.

Moreover, polarization of beam is considered as P or S polarization.

It is made to reflect by mirrors 15 and 16, and each of these two beams 603 and 604 by which intensity modulation was carried out is enlarged by beam expander 150, this enlarged beam is

のスポットビーム603、604に変換される。

converted into spot beams 603 and 604 whose diameters which have very deep depth of focus according to optical system 160 are approximately 10 micrometer - 30 micrometer levels.

【0035】

2つのビーム603、604の光軸を調整し、近接した平行ビーム603、604にした後、偏光ビームスプリッタ17を通過または反射させ、ガルバノミラー18で反射させ、石英等の観察窓7から処理室1へと照射する。ガルバノミラー51を回転させることにより、被処理基板4上の全面でレーザ光を走査する。第1の実施例と同様、レーザビームは、半導体ウェハ等の被処理基板4直上のプラズマシース境界面付近を通過させる。散乱光検出光学系105では、石英窓7を通して処理室内からの無偏光の散乱光のうちSまたはP偏光成分を偏光ビームスプリッタ17で反射または透過させ、石英等の結像レンズ19で石英等の光ファイバ31の入射端20に結像させる。図6および図7に示す如く上記第1の実施例と同様、光ファイバ31の入射端20を、光軸上の点60と光ファイバ31の入射端20を結ぶ被処理基板4上の任意の点からの散乱光を受光可能な面積65を持たせることによって、被処理基板4上の任意の点からの浮遊微小異物散乱信号を検出することができる。従っ

[0035]

Optical axis of two beams 603 and 604 is adjusted, after making it collimated beams 603 and 604 which approached, polarizing beam splitter 17 is passed or reflected.

It is made to reflect by galvanometer mirror 18.

Processing chamber 1 is irradiated from observation ports 7, such as quartz.

By rotating galvanometer mirror 51, laser beam is scanned in whole surface on processed substrate 4.

Laser beam passes near plasma sheath interface boundary of processed-substrate 4 right above, such as semiconductor wafer, like 1st Example.

In scattered-light detection optical system 105, it lets quartz aperture 7 pass, and S or P polarized component is reflected or permeated by polarizing beam splitter 17 among scattered lights which are not polarized from processing chamber interior.

Incident end 20 of optical fibers 31, such as quartz, is made to image-form with image formation lenses 19, such as quartz.

Float micro foreign-material scattering signal from desired points on processed substrate 4 can be detected by giving area 65 which can receive scattered light from desired points on processed substrate 4 which connects point 60 on optical axis, and incident end 20 of optical

て、上記2つのビーム603、604と併せ、被処理基板4の全面において、浮遊微小異物209に対して均一エネルギー照明・均一感度検出が可能となる。

fiber 31 for incident end 20 of optical fiber 31 like said 1st Example as shown in FIG. 6 and FIG. 7.

Therefore, it combines with the two above-mentioned beams 603 and 604, in whole surface of processed substrate 4, uniform energy illumination * uniform sensitivity detection can be performed to float micro foreign material 209.

【0036】

ファイバ31の先端は2つに分割されており、各々二つのレーザの波長に設定されたモノクロメータ40およびモノクロメータ41に接続され、2つのレーザ光による散乱光が波長分離され、おのおのホトマル等の光電変換素子42及び43で光電変換される。光電変換素子42及び43で光電変換された発光信号は、各々変調周波数に比べ十分高い帯域を有する電流-電圧変換増幅器(アンプ)44及び45により増幅され、ロックインアンプ46及び47に入力される。ロックインアンプ46及び47で、発振器13からの変調信号を参照信号として各入力信号をそれぞれ同期検波する。このようにして、各波長のレーザ散乱光はプラズマ発光から分離して検出される。その後、ロックインアンプ46及び47の出力信号に対して上記第1の実施例と同様な処理がなされる。本第2の実施例によれば、第1の実施例に対して、互いに異なる波長

【0036】

Front end of fiber 31 is partitioned into two, it connects with monochromator 40 and monochromator 41 which were respectively set as wavelength of two lasers, wavelength separation of the scattered light by two laser beams is carried out, photoelectric conversion is respectively carried out by optoelectric transducers 42 and 43, such as photomultiplier. Flashing caution signal by which photoelectric conversion was carried out by optoelectric transducers 42 and 43 is magnified by electric-current-voltage-transduction amplifiers (amp) 44 and 45 which have sufficiently high band compared with modulating frequency respectively, it inputs into lock-in amps 46 and 47.

With lock-in amps 46 and 47, synchronous detection of each input signal is carried out by making modulating signal from oscillator 13 into refer signal, respectively.

Thus, it separates from plasma luminescence and detects laser scattered light of each wavelength.

After that, the similar processing as said 1st Example is made to output signal of lock-in

を有し、同一の周波数で強度変調された2つのビーム603、604をプラズマ処理室1内に照射し、プラズマ208中若しくは近傍に浮遊する微小異物209から発生する微弱な散乱光に基づく2つの信号を検出し、該検出された2つの信号を用いて内壁散乱光などの大きな背景雑音を取り除き、例えば積分処理して時間的に拡大することで浮遊微小異物散乱光による信号のみを選択的に抽出することにより、浮遊微小異物散乱光による信号のみを選択的に検出することができるため、検出感度が向上し、従来法では検出が困難であると予想される、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンオーダーの微小異物の検出も可能となる。

amps 46 and 47.

According to Example of this second, it has mutually different wavelength to 1st Example, two beams 603 and 604 by which intensity modulation was carried out on the same frequency are irradiated in plasma processing room 1, two signals based on feeble scattered light generated from micro foreign material 209 which floats to inside of plasma 208 or vicinity are detected, loud background noises, such as inner-wall scattered light, are removed using these two signals that it detected, for example, since only signal by float micro foreign-material scattered light can be selectively detected by extracting selectively only signal by float micro foreign-material scattered light by carrying out integral processing and enlarging in time, detection sensitivity improves, in conventional method, detection also of detection of micro foreign material of submicron order which floats in plasma (or the vicinity) anticipated to be difficult is possible.

【0037】

また、第1の実施例では、検出されたレーザ散乱光を2つの周波数成分に分離する際、変調周波数300kHzと500kHzに共通な高周波成分、例えば1.5MHz成分は完全に除去できず、2つのロックインアンプ出力にわずかながら混入してしまう。これに対して、第2の実施例では、2つのビームによる散乱光は波長に関して分離されるため、波長差を100nm以上にする限り、上記のようなクロ

【0037】

Moreover, in 1st Example, when separating into two frequency components laser scattered light which it detected, 300kHz of modulating frequencies and high frequency component (for example, 1.5MHz component) common to 500kHz will not be able to be removed completely, but will be slightly mixed in two lock-in amp output.

On the other hand, in 2nd Example, since scattered light by two beams is separated about wavelength, as long as wavelength difference is set to 100 nm or more, it is hard to produce the

ストークは生じにくい。また、上記第2の実施例では2本のビームを用いたが、3本以上のビームを用いることも可能である。その場合、隣り合うビームによる散乱信号を用いて、上記第1の実施例に示す信号処理を行えば、各々のビームの走査範囲が狭くてすむため、上記第2の実施例に比べ被処理基板(ウェハ)の全面を走査するために必要な時間が短くすることが可能となる。また、ビーム数を多くしていくことで、ウェハ全面をほぼ同時に検査することも可能である。

【0038】

次に、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第3の実施例について図11を用いて説明する。図11は、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第3の実施例の構成を示すものである。このプラズマ浮遊異物計測装置は、レーザ照明光学系106、散乱光検出光学系105、及び信号処理・制御系103から構成される。第3の実施例では、2本のビームによる散乱光を分離して検出する際、前記2つの実施例の利点を活かし、波長及び変調周波数の異なるビームを用いて、各々波長・周波数分離して散乱光を検出するものである。波長の異なるレーザ8及び9から発振されたレーザビームは、いずれもPまたはS偏光で、それ

above cross-talks.

Moreover, two beams were used in said 2nd Example.

However, three or more beams can also be used.

In that case, since scanning zone of each beam will be narrow and will end if signal processing shown in said 1st Example is performed using scattering signal by adjacent beam, time required in order to scan whole surface of processed substrate (wafer) compared with said 2nd Example can shorten.

Moreover, wafer whole surface can also be inspected almost simultaneous by increasing the number of beams.

【0038】

Next, 3rd Example of plasma float foreign-material measuring device based on this invention is demonstrated using FIG. 11.

FIG. 11 shows composition of 3rd Example of plasma float foreign-material measuring device based on this invention.

This plasma float foreign-material measuring device comprises laser illumination optical system 106, scattered-light detection optical system 105, and signal-processing * control system 103.

In 3rd Example, when separating and detecting scattered light by two beams, advantage of said two Examples is harnessed, using beam from which modulating frequency and wavelength differs, wavelength * frequency separation makes it respectively, and scattered light is detected.

Each laser beam oscillated from lasers 8 and 9

ぞれAO変調器11及び12を通過し、発振器(シグナルジェネレータ)13及び14により互いに異なる周波数で変調される。これら変調周波数としては、プラズマ励起周波数およびその高調波成分と異なる周波数300kHz及び500kHzを用いる。

with which wavelengths differ is P or S polarization, and passes AO modulators 11 and 12, respectively, it modulates irregular on frequency which changes mutually with oscillators (signal generator) 13 and 14.

As these modulating frequencies, plasma excitation frequency, different frequency of 300kHz from the harmonic component, and 500kHz are used.

【0039】

波長と変調周波数の異なる2本レーザビーム605及び606の各々をミラー15、16で反射させ、2本レーザビーム605及び606の光軸を調整し、近接した平行ビームにした後、偏光ビームスプリッタ17を通過または反射させ、ガルバノミラー18で反射させ、観察窓7から処理室1へと照射する。ガルバノミラー18を回転させることにより、被処理基板(半導体ウェハ)4上の全面でレーザ光を走査する。レーザビームは、被処理基板4直上のプラズマシース境界面付近を通過させる。散乱光検出光学系105では、観察窓7を通して得られる処理室内からの無偏光の散乱光のうちSまたはP偏光成分を偏光ビームスプリッタ17で反射または透過させ、結像レンズ19で光ファイバ31の入射端20に結像させる。上記第1および第2の実施例と同様、光ファイバ31の入射端20を光軸上のある点60と光ファイバ31の入射端20を結ぶ光軸

[0039]

Each of 2 laser beams 605 and 606 from which wavelength and modulating frequency differ is reflected by mirrors 15 and 16.

Optical axis of 2 laser beams 605 and 606 is adjusted, after making it collimated beam which approached, polarizing beam splitter 17 is passed or reflected.

It is made to reflect by galvanometer mirror 18. Processing chamber 1 is irradiated from observation port 7.

By rotating galvanometer mirror 18, laser beam is scanned in whole surface on processed substrate (semiconductor wafer) 4.

Laser beam passes near plasma sheath interface boundary of processed-substrate 4 right above.

In scattered-light detection optical system 105, S or P polarized component is reflected or permeated by polarizing beam splitter 17 among scattered lights which are not polarized from processing chamber interior obtained by letting observation port 7 pass.

Incident end 20 of optical fiber 31 is made to image-form with image formation lens 19.

Float micro foreign-material scattering signal

上のウェハ上の点からの散乱光を受光可能な面積を持たせることによって、ウェハ上の任意の点からの浮遊微小異物散乱信号を検出できる。ファイバ31の先端は2つに分割されており、各々二つのレーザの波長に設定されたモノクロメータ40およびモノクロメータ41に接続され、2つのレーザ光による散乱光が波長分離され、おのおのホトマル等の光電変換素子42及び43で光電変換される。光電変換素子42及び43で光電変換された発光信号は、各々変調周波数に比べ十分高い帯域を有するアンプ44及び45により増幅され、ロックインアンプ46及び47で、それぞれ発振器13及び14の変調信号を参照信号として、各入力信号を同期検波する。その後、ロックインアンプ46及び47の出力信号に対して上記第1の実施例と同様な処理を施して、背景雑音を消去することにより、異物散乱信号のみを取り出すことができる。

from desired points on wafer can be detected by giving area which can receive scattered light from point on wafer on optical axis which connects a certain point 60 on optical axis, and incident end 20 of optical fiber 31 for incident end 20 of optical fiber 31 like said 1st and 2nd Example.

Front end of fiber 31 is partitioned into two, it connects with monochromator 40 and monochromator 41 which were respectively set as wavelength of two lasers, wavelength separation of the scattered light by two laser beams is carried out, photoelectric conversion is respectively carried out by optoelectric transducers 42 and 43, such as photomultiplier. Flashing caution signal by which photoelectric conversion was carried out by optoelectric transducers 42 and 43 is magnified with amps 44 and 45 which have sufficiently high band compared with modulating frequency respectively, with lock-in amps 46 and 47, synchronous detection of each input signal is carried out by making modulating signal of oscillators 13 and 14 into refer signal, respectively.

Only foreign-material scattering signal can be taken out by performing the similar processing as said 1st Example to output signal of lock-in amps 46 and 47, and after that, eliminating background noise.

【0040】

本第3の実施例によれば、第1の実施例に対して、互いに異なる波長を有し、互いに異なる周波数で強度変調された2つのビーム60

【0040】

According to Example of this 3rd, it has mutually different wavelength to 1st Example, two beams 605 and 606 by which intensity modulation was carried out on mutually different frequency are

5、606をプラズマ処理室1内に照射し、プラズマ208中若しくは近傍に浮遊する微小異物209から発生する微弱な散乱光に基づく2つの信号を検出し、該検出された2つの信号を用いて内壁散乱光などの大きな背景雑音を取り除き、例えば積分処理して時間的に拡大することで浮遊微小異物散乱光による信号のみを選択的に抽出することにより、浮遊微小異物散乱光による信号のみを選択的にS/N比を向上させて観測することができ、その結果、従来法では検出が困難であると予想される、プラズマ中若しくは近傍に浮遊するサブミクロンオーダの微小異物の検出も可能となる。また、異物散乱光は、プラズマ発光から波長・周波数の2つの領域において分離され、更に、2つのビームによる散乱光も互いに波長・周波数両方の領域で分離されるため、上記第1及び第2の実施例に比べ、2つのビームによる散乱光の分離度が高い。

【0041】

また、上記第3の実施例でも3本以上のビームを用いて行うことも可能である。

【0042】

次に、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第4の実施例について図12および図13を用いて

irradiated in plasma processing room 1, two signals based on feeble scattered light generated from micro foreign material 209 which floats to inside of plasma 208 or vicinity are detected, by extracting selectively only signal by float micro foreign-material scattered light by removing loud background noises, such as inner-wall scattered light, using these two signals that it detected, for example, carrying out integral processing, and enlarging in time, signal-to-noise ratio can be improved selectively and only signal by float micro foreign-material scattered light can be observed, as a result, in conventional method, detection of micro foreign material of submicron order which detection floats to inside of plasma or vicinity anticipated to be difficult can also be performed.

Moreover, foreign-material scattered light is separated from plasma luminescence in two region of wavelength * frequency, furthermore, since scattered light by two beams is also mutually separated in region of both wavelength * frequency, compared with said 1st and 2nd Example, degree of separation of scattered light by two beams is high.

【0041】

Moreover, it can also carry out using three or more beams also in said 3rd Example.

【0042】

Next, 4th Example of plasma float foreign-material measuring device based on this invention is demonstrated using FIG. 12

説明する。この第4の実施例は、レーザ照明光学系107と、散乱光検出光学系105と、信号処理・制御系108から構成され、上記第1の実施例において、2本のビーム601、602の光軸を一致させた場合に相当する。レーザ光源8からのPまたはS偏光のビーム9を、分岐光学要素15aで2つに分け、それぞれAO変調器11及び12を通過させることによって、AO変調器11及び12においてシグナルジェネレータ13及び14により印加される信号に基づいて異なる周波数で変調される。変調周波数としては、プラズマ励起周波数およびその高調波成分と異なる例えば300kHz、500kHzを用いる。

[0043]

変調周波数の異なる2つのレーザビーム601'、602'の光軸を合成光学要素15bで調整し一致させた後、偏光ビームスプリッタ17を通過させ、ガルバノミラー18で反射させ、観察窓7から処理室1へと照射する。ガルバノミラー18を回転させることにより、被処理基板4上の全面でレーザ光を走査する。第1の実施例と同様、レーザビーム601'、602'は被処理基板直上のプラズマシース境界面付近を通過させる。なお、16a、16bは、反射させる光学要素である。

and FIG. 13.

This 4th Example comprises laser illumination optical system 107, scattered-light detection optical system 105, and signal-processing * control system 108, in said 1st Example, it corresponds, when optical axis of two beams 601 and 602 is made in agreement.

It modulates irregular on frequency which is different based on signal impressed by signal generators 13 and 14 in AO modulators 11 and 12 by passing AO modulators 11 and 12 by dividing into two, respectively by branch optical component 15a in beam 9 of P from laser light source 8, or S polarization.

As a modulating frequency, different 300kHz from plasma excitation frequency and its harmonic component and 500kHz are used.

[0043]

Two laser-beams 601' from which modulating frequency differs, and after adjusting optical axis of 602' by synthetic optical component 15b and making it in agreement, polarizing beam splitter 17 is passed.

It is made to reflect by galvanometer mirror 18. Processing chamber 1 is irradiated from observation port 7.

By rotating galvanometer mirror 18, laser beam is scanned in whole surface on processed substrate 4.

Laser-beam 601' and 602' pass near plasma sheath interface boundary of processed-substrate right above like 1st Example.

In addition, 16a and 16b are optical components

to reflect.

[0044]

散乱光検出光学系102では、観察窓7を通して処理室1内からの無偏光の散乱光のうちS偏光成分を偏光ビームスプリッタ17で反射させ、結像レンズ19で光ファイバ31の入射端20に結像させる。第1の実施例と同様、光ファイバ31の入射端20を光軸上のある1点60と光ファイバ31の入射端20を結ぶ光軸上の任意の点からの散乱光を受光可能な面積を持たせることによって、ウェハ上の任意の点からの浮遊微小異物散乱信号を検出できる。光ファイバ30はレーザ波長に設定されたモノクロメータ40に接続され、プラズマ発光スペクトルからレーザ散乱光のみが波長分離され、ホトマルなどの光電変換素子42で光電変換される。光電変換素子42で光電変換された信号は、変調周波数に比べて十分高い帯域を有するアンプ44により増幅され、ロックインアンプ46及び47に入力される。ロックインアンプ46及び47で、それぞれシグナルジェネレータ13及び14の信号を参照信号として同期検波する。ロックインアンプ46及び47の出力は、プラズマ発光から波長領域及び周波数領域両方から分離された信号となる。

[0044]

In scattered-light detection optical system 102, S polarized component is reflected by polarizing beam splitter 17 through observation port 7 among scattered lights which are not polarized out of processing chamber 1.

Incident end 20 of optical fiber 31 is made to image-form with image formation lens 19.

Float micro foreign-material scattering signal from desired points on wafer can be detected by giving area which can receive scattered light from desired points on a certain optical axis on optical axis which connects one incident end 20 of optical fiber 31 to 60 for incident end 20 of optical fiber 31 like 1st Example.

Optical fiber 30 is connected to monochromator 40 set as laser wavelength, wavelength separation only of the laser scattered light is carried out from plasma emission spectrum, photoelectric conversion is carried out by optoelectric transducers 42, such as photomultiplier.

Signal by which photoelectric conversion was carried out by optoelectric transducer 42 is magnified with amp 44 which has sufficiently high band compared with modulating frequency, it inputs into lock-in amps 46 and 47.

With lock-in amps 46 and 47, signal of signal generators 13 and 14 is made into refer signal, and carries out synchronous detection, respectively.

Output of lock-in amps 46 and 47 constitutes signal separated from both wavelength region and optical frequency domain from plasma

luminescence.

[0045]

次に、プラズマ処理室1中に浮遊微小異物が存在した場合に観測される信号を図13を用いて説明する。図13は、レーザビームを走査しながら得られるロックインアンプの出力のうち、ウェハ上のある1走査位置での出力の時間変化を示したものである。図13(a)、(b)は、それぞれ、レーザビーム601'及び602'による信号を示す。信号505及び506のうち、ピーク信号505a、505b及びピーク信号506a、506bが各々同じ異物による散乱信号である。また、出力レベルIは、処理室1の壁面1Wなどから発生する背景雑音によるものである。そこで、異物散乱信号505aと506a、および505bと506bは、同時刻に検出され、一方、背景雑音には、ランダムな電気雑音が多数含まれている。両者のこの性質を利用し、相関処理回路54により信号505と506の相関をとれば、相関係数は異物検出時に高いピーク507a、507bとなり、またランダムな背景雑音は低い相関係数となり、図13(c)に示す信号507が得られる。これを最終的な異物検出信号とする。

[0046]**[0045]**

Next, signal which it observes when float micro foreign material exists in plasma processing room 1 is demonstrated using FIG. 13.

FIG. 13 showed time change of output in certain 1 scanning position on wafer among output of lock-in amp obtained while scanning laser beam.

FIG. 13 (a), (b) respectively shows signal by laser-beam 601' and 602'.

Peak signals 505a and 505b and peak signals 506a and 506b are scattering signals by the same foreign material respectively among signals 505 and 506.

Moreover, output level I is based on background noise generated from wall-surface 1W etc. of processing chamber 1.

Then, this time detects foreign-material scattering signals 505a and 506a, and 505b and 506b, on the other hand, many random electric noises are included in background noise.

If both characteristic of this is utilized and correlation of signals 505 and 506 is taken by correlation processing circuit 54, correlation coefficient will constitute high peaks 507a and 507b at the time of foreign-material detection, moreover, random background noise constitutes low correlation coefficient, signal 507 shown in FIG.13(c) is acquired.

This is made into final foreign-material detecting signal.

[0046]

そこで、計算機55において、図13(c)に示す同一時刻に発生した信号507を浮遊微小異物散乱信号として計数することで、異物数を検出することができる。即ち、計算機55は、被処理基板4の単位で、プラズマ208中若しくは近傍に浮遊する微小異物209の個数を算出することができる。特に、被処理基板4の単位で、プラズマ208中若しくは近傍に浮遊する微小異物209の個数を算出する場合、ガルバノミラー18を所定の時間間隔で回転させて、2つのビームを複数回走査させてもよい。このように、計算機55は、被処理基板4の単位で、プラズマ208中若しくは近傍に浮遊する微小異物209の発生状態を把握することができる。本第4の実施例によれば、互いに異なる周波数で変調された光軸を一致させた2つのビーム601'、602'をプラズマ処理室1内に照射し、プラズマ208中若しくは近傍に浮遊する微小異物209から発生する微弱な散乱光に基づく2つの信号505、506を検出し、これらの信号505、506について相関処理回路54で例えば同時刻で相関をとることにより、異物散乱信号をランダムに発生する雑音成分と弁別して検出することができ、その結果、異物散乱光のみを選択的により一層S/N比を向上させて検出することができ、従来法では検出が困難であると

Then, in computer 55, foreign matter number can be detected by counting signal 507 generated at the same time shown in FIG.13(c) as a float micro foreign-material scattering signal.

That is, computer 55 is unit of processed substrate 4, and can compute number (quantity) of micro foreign material 209 which floats to inside of plasma 208, or vicinity.

In particular, in unit of processed substrate 4, when computing number (quantity) of micro foreign material 209 which floats to inside of plasma 208, or vicinity, galvanometer mirror 18 may be rotated with fixed time interval, and several times of scan of the two beams may be carried out.

Thus, computer 55 is unit of processed substrate 4, and can grasp generating state of micro foreign material 209 of floating to inside of plasma 208, or vicinity.

According to Example of this 4th, two beam 601', 602' which made in agreement optical axis modulated on mutually different frequency are irradiated in plasma processing room 1, two signals 505 and 506 based on feeble scattered light generated from micro foreign material 209 which floats to inside of plasma 208 or vicinity are detected, correlation is taken for example, at this time about these signals 505 and 506 in correlation processing circuit 54, noise component which generates foreign-material scattering signal at random can be discriminated, and it can detect, as a result, signal-to-noise ratio can be improved further selectively, and only foreign-material scattered light can be detected, in conventional method,

予想される、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンオーダーの微小異物の検出も可能となる。

detection also of detection of micro foreign material of submicron order which floats in plasma (or the vicinity) anticipated to be difficult is possible.

[0047]

また、上記第4の実施例でも、3本以上のビームを用いて全ての信号の相関をとれば、異物散乱信号をランダムに発生する雑音(ノイズ)成分と弁別して検出することが可能となり、その結果より高精度な浮遊微小異物検出が可能となる。

[0047]

Moreover, if correlation of all signals is taken also in said 4th Example using three or more beams, it will become possible to discriminate noise (noise) component which generates foreign-material scattering signal at random, and to detect, as a result, highly accurater float micro foreign-material detection can be performed.

[0048]

次に、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第5の実施例について図14を用いて説明する。この第5の実施例は、レーザ照明光学系109と、散乱光検出光学系105と、信号処理・制御系108から構成され、上記第2の実施例において、2本のビーム603、604の光軸を一致させた場合に相当する。各々波長の異なるレーザ8及び9からのレーザ光は、それぞれAO変調器11及び12に導かれる。シグナルジェネレータ13の信号をAO変調器11及び12に入力することで、2つのレーザビーム603'、604'は同じ周波数で変調される。変調周波数としては、プラズマ励起周波数およびその高調波成分と異なる周波数300kHzを用いる。また、ビームの偏光はPま

[0048]

Next, 5th Example of plasma float foreign-material measuring device based on this invention is demonstrated using FIG. 14.

This 5th Example comprises laser illumination optical system 109, scattered-light detection optical system 105, and signal-processing * control system 108, in said 2nd Example, when optical axis of two beams 603 and 604 is made in agreement, it corresponds.

Laser beam from lasers 8 and 9 with which wavelengths differ respectively is led to AO modulators 11 and 12, respectively.

By inputting signal of signal generator 13 into AO modulators 11 and 12, two laser-beam 603', 604' are modulated on the same frequency.

As a modulating frequency, plasma excitation frequency and different frequency of 300kHz from the harmonic component are used.

Moreover, polarization of beam is considered as

たはS偏光とする。

P or S polarization.

[0049]

2つのビーム603'、604'の光軸を調整し、光軸を一致させたビーム603'、604'にした後、偏光ビームスプリッタ17を通過または反射させ、ガルバノミラー18で反射させ、観察窓7から処理室1へと照射する。ガルバノミラー18を回転させることにより、被処理基板4上の全面でレーザ光を走査する。第2の実施例と同様、2つのレーザビーム603'、604'は、被処理基板直上のプラズマシース境界面付近を通過させる。

[0049]

Two optical axes, beam 603' and 604', are adjusted, beam 603' which made optical axis in agreement, and after making it 604', polarizing beam splitter 17 is passed or reflected.

It is made to reflect by galvanometer mirror 18. Processing chamber 1 is irradiated from observation port 7.

By rotating galvanometer mirror 18, laser beam is scanned in whole surface on processed substrate 4.

Two laser-beams 603' and 604' pass near plasma sheath interface boundary of processed-substrate right above like 2nd Example.

[0050]

散乱光検出光学系105では、観察窓7を通して処理室1内からの無偏光の散乱光のうちSまたはP偏光成分を偏光ビームスプリッタ17で反射または透過させ、結像レンズ19で光ファイバ31の入射端20に結像させる。ファイバ31の出射端は、2つに分割されて、各々二つのレーザの波長に設定されたモノクロメータ40およびモノクロメータ41に接続され、2つのレーザ光による散乱光が波長分離され、おのおのホトマル等の光電変換素子42及び43で光電変換される。光電変換素子42及び43で光電変換された発光信号は、各々変調周波数に比べ十分高い

[0050]

In scattered-light detection optical system 105, it lets observation port 7 pass, and S or P polarized component is reflected or permeated by polarizing beam splitter 17 among scattered lights which are not polarized out of processing chamber 1.

Incident end 20 of optical fiber 31 is made to image-form with image formation lens 19.

Outgoing end of fiber 31 is partitioned into two, it connects with monochromator 40 and monochromator 41 which were respectively set as wavelength of two lasers, wavelength separation of the scattered light by two laser beams is carried out, photoelectric conversion is respectively carried out by optoelectric transducers 42 and 43, such as photomultiplier. Flashing caution signal by which photoelectric

帯域を有するアンプ44及び45により増幅され、ロックインアンプ46及び47でシグナルジェネレータ13からの強度変調信号を参照信号として、各入力信号をそれぞれ同期検波する。このようにして、各波長のレーザ散乱光はプラズマ発光から分離して検出される。その後上記第4の実施例と同様の処理を施して、背景雑音を消去することにより、プラズマ中若しくは近傍に浮遊する微小異物を検出する。本第5の実施例によれば、互いに異なる波長を有し、同一の周波数で変調された光軸を一致させた2つのビーム603'、604'をプラズマ処理室1内に照射し、プラズマ208中若しくは近傍に浮遊する微小異物209から発生する微弱な散乱光に基づく2つの信号を検出し、これらの信号について相関処理回路54で例えば同時刻で相関をとることにより、異物散乱信号をランダムに発生する雑音成分と弁別して検出することができ、その結果、異物散乱光のみを選択的により一層S/N比を向上させて検出することができ、従来法では検出が困難であると予想される、プラズマ中若しくは近傍に浮遊するサブミクロンオーダの微小異物の検出も可能となる。

conversion was carried out by optoelectric transducers 42 and 43 is magnified with amps 44 and 45 which have sufficiently high band compared with modulating frequency respectively, synchronous detection of each input signal is carried out with lock-in amps 46 and 47, respectively by making intensity modulating signal from signal generator 13 into refer signal.

Thus, it separates from plasma luminescence and detects laser scattered light of each wavelength.

Micro foreign material which floats to inside of plasma or vicinity is detected by, performing processing similar to said 4th Example after that, and eliminating background noise.

According to Example of this 5th, it has mutually different wavelength, two beams 603' and 604' which made in agreement optical axis modulated on the same frequency are irradiated in plasma processing room 1, two signals based on feeble scattered light generated from micro foreign material 209 which floats to inside of plasma 208 or vicinity are detected, by taking correlation for example, at this time about these signals in correlation processing circuit 54, noise component which generates foreign-material scattering signal at random can be discriminated, and it can detect, as a result, signal-to-noise ratio can be improved further selectively, and only foreign-material scattered light can be detected, in conventional method, detection of micro foreign material of submicron order which detection floats to inside of plasma or vicinity anticipated to be difficult can also be performed.

[0051]

また、第4の実施例では、検出されたレーザ散乱光を2つの周波数成分に分離する際、変調周波数300kHzと500kHzに共通な高周波成分、例えば1.5MHz成分は完全に除去できず、2つのロックインアンプ出力にわずかながら混入してしまう。このため、背景雑音の相関係数がわずかに増加する可能性がある。これに対して、第5の実施例では、2つのビームによる散乱光は波長に関して分離されるため、波長差を100nm以上にする限り、上記のようなクロストークは生じにくい。

[0052]

また、上記第5の実施例では2本のビームを用いたが、3本以上のビームを用いて全ての信号の相関をとれば、より高精度な異物検出が可能である。

[0053]

また、上記第4及び第5の実施例と同様に、上記第3の実施例において2本のビームの光軸を位置させた方法も可能である。次に、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第6の実施例について図15を用いて説明する。この第6の実施例は、レーザ照明光学系110と、散乱光検出光学系102と、信号処理・制御系111から構成さ

[0051]

Moreover, in 4th Example, when separating into two frequency components laser scattered light which it detected, 300kHz of modulating frequencies and high frequency component (for example, 1.5MHz component) common to 500kHz will not be able to be removed completely, but will be slightly mixed in two lock-in amp output.

For this reason, correlation coefficient of background noise may increase slightly.

On the other hand, in 5th Example, since scattered light by two beams is separated about wavelength, as long as wavelength difference is set to 100 nm or more, it is hard to produce the above cross-talks.

[0052]

Moreover, two beams were used in said 5th Example.

However, if correlation of all signals is taken using three or more beams, highly accurater foreign-material detection can be performed.

[0053]

Moreover, method of having located optical axis of two beams in said 3rd Example as well as said 4th and 5th Example can be done.

Next, 6th Example of plasma float foreign-material measuring device based on this invention is demonstrated using FIG. 15.

This 6th Example comprises laser illumination optical system 110, scattered-light detection optical system 102, and signal-processing * control system 111, in 4th Example, two beams

れ、第4の実施例において、2つのビーム601'602'を一つのビームにしたものである。従って、プラズマ処理室1内には、例えば633 nmの波長のPまたはS偏光のレーザ光が、例えば300kHzで強度変調されて照射され、ロックインアンプ46からは、図4に示す同期検波された異物散乱光242の信号が出力されることになる。そして、DCオフセット回路50において、DC成分を調整することによって、図8(a)に示す信号501が得られる。この信号501をA/D変換して画像メモリ60に記憶させる。次に、画像メモリ60に記憶された信号501を読みだして例えば遅延回路61で所定時間遅延させることにより図8(b)と同様な信号502を得ることができる。そこで、計算機55において、両信号501、502の差をとることによって、ノイズDC成分を除去した信号503を得ることができる。更に、計算機55は、この信号503の浮遊微小異物を示す信号の濃淡値を含めた立体的な体積で示される特徴量を算出し、該算出した特徴量から真に浮遊微小異物からの信号であるかを認識することが可能となる。

[0054]

また、計算機55は、画像メモリ60に記憶された信号501を読みだして例えば、表示手段58に表示

601'602' was used as one beam.

Therefore, in plasma processing room 1, by 300kHz, intensity modulation is carried out and P with a wavelength of 633 nm or laser beam of S polarization is irradiated, from lock-in amp 46, signal of foreign-material scattered light 242 by which synchronous detection was carried out shown in FIG. 4 is outputted.

And it sets in DC offset circuit 50, signal 501 shown in FIG.8(a) is acquired by adjusting DC component.

A/D conversion of this signal 501 is carried out, and it is made to store in image memory 60.

Next, the similar signal 502 as FIG.8(b) can be acquired by reading signal 501 stored in image memory 60, for example, carrying out predetermined time delay in delay circuit 61.

Then, it sets to computer 55, signal 503 which removed noise DC component can be acquired by taking difference of both signals 501 and 502.

Furthermore, computer 55 computes featured variable shown by three-dimensional volume including concentration-difference value of signal which shows float micro foreign material of this signal 503, it can be recognized whether it is signal from float micro foreign material truly from this computed featured variable.

[0054]

Moreover, computer 55 reads signal 501 stored in image memory 60, for example, displays it on display means 58, waveform of noise

し、処理室の側壁1Wや観察窓7に付着した異物からの散乱反射光に基づくノイズ成分の波形を指定して記憶装置57に記憶させる。これによって、計算機55が、ノイズ成分の波形との一致度を調べることによって、浮遊微小異物による波形と弁別することが可能となる。

[0055]

次に、本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置を半導体製造ラインのホトリソグラフィ工程に導入した場合の実施の形態について説明する。

[0056]

図16は、半導体製造ラインのホトリソグラフィ工程を示したものである。まず、膜付け装置301により半導体ウェハ上にシリコン酸化膜等の被加工膜が形成される。膜厚測定装置302によりウェハ上の複数点での膜厚が測定された後、レジスト塗布装置303によりレジストが塗布される。露光装置304によりレチクルやマスク上の所望の回路パターンが転写される。露光された半導体ウェハは、現像装置305で転写パターンに対応したレジスト部が除去される。エッチング装置306では、このレジストパターンをマスクとしてレジスト除去部の被加工膜がエッチングされる。そして、エッチング装置に備え

component based on scattering reflection light from foreign material adhering to side-wall 1W and observation port 7 of processing chamber is designated, and it is made to store in memory unit 57.

By this, computer 55 can discriminate waveform by float micro foreign material by examining the degree of alignment with waveform of noise component.

[0055]

Next, Embodiment at the time of introducing plasma float foreign-material measuring device based on this invention into photolithography process of semiconductor production line is demonstrated.

[0056]

FIG. 16 showed photolithography process of semiconductor production line.

First, processed films, such as silicon oxide film, are formed on semiconductor wafer by film attachment apparatus 301.

Resist is applied by resist coating device 303 after film thickness of two or more on wafer are measured by film-thickness measuring device 302.

Reticule and desired circuit pattern on mask are transferred by exposure apparatus 304.

As for exposed semiconductor wafer, resist section corresponding to transfer pattern is removed by image development apparatus 305.

In etching system 306, it etches processed film of resist elimination section by considering this resist pattern as mask.

And state of float micro foreign material

られたプラズマ浮遊異物計測装置100によってエッチング装置の処理室1内に発生した浮遊微小異物の状態が少なくとも被処理基板4または被処理基板のロットを単位として把握される。このように把握された浮遊異物の発生状態(例えば異物数)が、管理値(規定値)を越えたとき、計算機55により表示手段58または他の出力手段を用いて操作者に知らされ、処理室1内のクリーニングが行われる。異物数が規定値を超えない場合は、エッチング終了後半導体ウェハ4はアッシング装置307によりレジスト膜が除去された後、洗浄装置308に送られる。

generated in processing chamber 1 of etching system with plasma float foreign-material measuring device 100 with which etching system was equipped is grasped considering lot of processed substrate 4 or processed substrate as a unit at least.

Thus, when generating state (for example, foreign matter number) of grasped float foreign material exceeds management value (regulation value), operator is told using display means 58 or other output means by computer 55, cleaning in processing chamber 1 is performed.

When foreign matter number does not exceed regulation value, conductor wafer 4 is sent to washing apparatus 308 in the second half of the etching completion, after resist film is removed by ashing device 307.

【0057】

従来のプラズマ中異物検出装置を備えないエッチング装置では、エッチング装置の汚染状況の管理は時間管理で行われており、必ずしも適切な時間で処理室のクリーニングが行われておるわけではない。従って、本来クリーニングしなくても良い時期にクリーニングを行いスループットを低下させたり、逆にクリーニングすべき時期を過ぎているにも関わらず処理を続け不良品を大量に生じさせ歩留まりを低下させることもあった。また、工程中に、ダミーウェハを挿入しエッチング処理し、処理後ダミーウェハを抜き取り異物検査を行い

【0057】

At etching system which is not equipped with conventional foreign-material detector in plasma, management of contamination situation of etching system is performed by time management, cleaning of processing chamber is not necessarily performed in suitable time.

Therefore, cleaning is performed at stage which does not need to be cleansed essentially and throughput is reduced.

Moreover, in spite of having passed over stage which should be cleansed conversely, processing is continued, defective is produced in large quantities, and yield might be reduced. Moreover, dummy wafer is inserted in in-process and etching processing is carried out, operation which samples dummy wafer

汚染状況を把握する作業を行い、その結果からクリーニング時期を決める方法も採られている。この場合ホトリソグラフィ工程中に余分な作業が入るため、ホトリソグラフィ工程のスループットが低下し、ダミーウェハのコストがホトリソグラフィ工程に乗せられることになった。

after processing, conducts foreign-material inspection, and grasps contamination situation is performed, and method of deciding cleaning stage based on the results is also taken.

In this case, in order that excessive operation may go into photolithography in-process, throughput of photolithography process falls, cost of dummy wafer will be put on photolithography process.

[0058]

本発明によれば、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊する微小異物を、プラズマ発光から波長・周波数領域分離して検出するものにおいて、内壁散乱光などの大きな背景雑音を取り除き、積分処理等による時間的な拡大処理をすることで異物散乱光による信号のみを選択的にS/Nを向上させて観測することができ、従来法では検出が困難であると予想される、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンオーダーの微小異物の検出も可能となる。

[0058]

In that which according to this invention carries out wavelength * optical-frequency-domain separation, and detects micro foreign material which floats in plasma (or the vicinity) from plasma luminescence, loud background noises, such as inner-wall scattered light, are removed, by carrying out time enlargement processing by integral processing etc., S/N can be improved selectively, only signal by foreign-material scattered light can be observed, and detection also of detection of micro foreign material of submicron order which floats in plasma (or the vicinity) anticipated to be difficult is possible in conventional method.

[0059]

さらに、本発明をアッシング装置や成膜装置に適用することで、アッシング装置内および成膜装置の異物のリアルタイムモニタリングを行えば、ソグラフィ工程中のアッシング工程および成膜工程起因の不良を低減することが可能となり、不良品の発生防止と歩留まりの向上を図ることが可能となる。ま

[0059]

Furthermore, by using this invention to ashing device or film-forming apparatus, if real_time monitoring of foreign material of inside of ashing device and film-forming apparatus is performed, it will become possible to reduce ashing process of thography in-process, and defect of film-forming process reason, occurrence prevention of defective and improvement of yield can be aimed at.

た、この工程により製造された素子は、規定値以上の異物を含まない良質の素子となる。

Moreover, element manufactured by this process turns into element of good quality which does not contain foreign material more than regulation value.

[0060]

また、以上の実施例では、プラズマ励起用高周波電源の周波数として400kHz、レーザ波長として532nm、633nm、レーザの強度変調周波数として300kHz、500kHzを用いたが、本発明は、これらの値に限定されるものではない。また、上記実施例のうち、第2及び第5の実施例で、2本のビームによる散乱光を波長の違いを利用して分離検出する際は、ビームの強度変調は必ずしも必要でないことを付け加えておく。

[0060]

Moreover, in the above Example, 300kHz and 500kHz were used as 532 nm, 633 nm, and an intensity modulating frequency of laser as 400kHz and a laser wavelength as a frequency of high frequency power source for plasma excitation.

However, this invention is not limited to these values.

Moreover, when carrying out separation detection of the scattered light by two beams in the 2nd and 5th Example among the above-mentioned Examples using difference of wavelength, beam-intensity modulation adds that it is not necessarily required.

[0061]

また、以上の実施例は、エッチング装置として平行平板形プラズマエッチング装置等に限定するものでなく、各種のエッチング装置、例えばECRエッチング装置、あるいはマイクロ波エッチング装置等、あるいはプラズマCVD装置等への適用も可能である。

[0061]

Moreover, the above Example is not limited to parallel-plate form plasma etching system etc. as an etching system, various kinds of etching systems, for example, ECR etching system, or microwave etching systems etc., or application to plasma-CVD apparatus etc. can also be performed.

[0062]**[発明の効果]**

本発明によれば、プラズマ中若しくはその近傍のサブミクロンまでの

[0062]**[ADVANTAGE of the Invention]**

According to this invention, detection sensitivity of float foreign material to submicron in plasma

浮遊異物から発生する微弱な散乱光をプラズマ発光から分離して検出することにより、プラズマ中若しくはその近傍のサブミクロンまでの浮遊異物の検出感度を大幅に向上することができ、その結果、プラズマ処理室内の汚染状況のリアルタイムモニタリングが可能となり、異物付着による不良製品の発生を低減でき、高歩留まりで、高品質の半導体素子等の製造が可能になる効果が得られる。

【0063】

また、本発明によれば、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊する微小異物を、プラズマ発光から波長・周波数の両方から分離して検出することができ、さらに、微小異物を示す2つの検出信号を得ることによって、内壁散乱光などの大きな背景雑音を取り除いて異物散乱光による信号のみを選択的にS/Nを向上させて検出することができ、その結果、異物検出感度が向上し、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊するサブミクロンオーダーの微小異物の検出ができる効果を奏する。

【0064】

また、本発明によれば、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊する微小異物を、プラズマ発光から波長・周波数領域分離して検出するものにおいて、互いに波長または

(or the vicinity) can be significantly improved by separating from plasma luminescence and detecting feeble scattered light generated from float foreign material to submicron in plasma (or the vicinity), as a result, real-time monitoring of contamination situation in plasma processing room is attained, generating of unsatisfactory product by foreign-material adhesion can be reduced.

Effect of coming to be able to perform manufacture of high quality semiconductor element etc. in high yield is acquired.

【0063】

Moreover, according to this invention, from plasma luminescence, it can separate from both of wavelength * frequencies, and micro foreign material which floats in plasma (or the vicinity) can be detected, furthermore, by acquiring two detecting signals which show micro foreign material, loud background noises, such as inner-wall scattered light, are removed, S/N can be improved selectively and only signal by foreign-material scattered light can be detected, as a result, foreign-material detection sensitivity improves, it is effective in ability to perform detection of micro foreign material of submicron order which floats in plasma (or the vicinity).

【0064】

Moreover, according to this invention, in that which carries out wavelength * optical-frequency-domain separation, and detects micro foreign material which floats in plasma (or the vicinity) from plasma

強度変調周波数を異にした複数のビームを照射し、浮遊微小異物からの散乱光に基づく複数の検出信号を抽出し、該抽出された複数の検出信号の時間的ずれを基にして積分処理等の時間的な拡大処理することで、異物散乱光のみを選択的に拡大して観測することができる。

luminescence, two or more beams which differed in wavelength or intensity modulating frequency mutually are irradiated, two or more detecting signals based on scattered light from float micro foreign material are extracted, and based on time lag of two or more of these extracted detecting signals, by time things to do for enlargement processing, such as integral processing, only foreign-material scattered light can be enlarged selectively and can be observed.

[0065]

また、本発明によれば、プラズマ中若しくはその近傍に浮遊する微小異物を、プラズマ発光から波長・周波数領域分離して検出するものにおいて、互いに波長または強度変調周波数を異にした複数のビームを照射し、浮遊微小異物からの散乱光に基づく複数の検出信号を抽出し、該抽出された複数の検出信号の相関をとることによって、異物散乱光のみを選択的に強調させて観測することができる。

[0065]

Moreover, according to this invention, in that which carries out wavelength * optical-frequency-domain separation, and detects micro foreign material which floats in plasma (or the vicinity) from plasma luminescence, two or more beams which differed in wavelength or intensity modulating frequency mutually are irradiated, two or more detecting signals based on scattered light from float micro foreign material are extracted, by taking correlation of two or more of these extracted detecting signals, only foreign-material scattered light can be emphasized selectively and can be observed.

[0066]

また、本発明によれば、プラズマ中若しくはその近傍のサブミクロンまでの浮遊異物から発生する微弱な後方散乱光をプラズマ発光から分離して検出することにより、レーザ照射光学系および散乱光検出光学系をコンパクト化し

[0066]

Moreover, according to this invention, laser irradiation optical system and scattered-light detection optical system are made compact by separating from plasma luminescence and detecting feeble backscattering light generated from float foreign material to submicron in plasma (or the vicinity), detection sensitivity of

て、プラズマ中若しくはその近傍のサブミクロンまでの浮遊異物の検出感度を大幅に向上することができ、その結果、プラズマ処理室内の汚染状況のリアルタイムモニタリングが可能となり、異物付着による不良製品の発生を低減でき、高歩留まりで、高品質の半導体素子等の製造が可能になる効果が得られる。

float foreign material to submicron in plasma (or the vicinity) can be improved significantly, as a result, real_time monitoring of contamination situation in plasma processing room is attained, generating of unsatisfactory product by foreign-material adhesion can be reduced, effect of coming to be able to perform manufacture of high quality semiconductor element etc. in high yield is acquired.

【0067】

また、本発明によれば、プラズマ処理装置のクリーニング時期を正確に把握することができる効果も奏する。

【0067】

Moreover, according to this invention, effect that cleaning stage of plasma-processing apparatus can be grasped correctly is also showed.

【0068】

また、本発明によれば、ダミーウェハを用いた異物の先行チェック作業の頻度が低減できるため、コスト低減と生産性の向上という効果も得られる。

【0068】

Moreover, according to this invention, since frequency of precedence check operation of foreign material using dummy wafer can be reduced, effect of improvement of cost reduction and productivity is also acquired.

【0069】

また、本発明によれば、製造ライン全体の自動化も可能となるという効果も奏する。

【0069】

Moreover, according to this invention, effect that automation of the whole production line can also be performed is also showed.

【0070】

また、本発明によれば、アッシング装置や成膜装置に適用することで、アッシング装置内および成膜装置の異物のリアルタイムモニタリングを行えば、ソグラフィ工程中のアッシング工程および成膜工程

【0070】

Moreover, by using to ashing device or film-forming apparatus according to this invention, if real_time monitoring of foreign material of inside of ashing device and film-forming apparatus is performed, it will become possible to reduce ashing process of

起因の不良を低減することが可能となり、不良品の発生防止と歩留まりの向上を図ることが可能となる。

thography in-process, and defect of film-forming process reason, occurrence prevention of defective and improvement of yield can be aimed at.

【図面の簡単な説明】**[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]****【図1】**

本発明に係るプラズマ処理装置に設けられたプラズマ浮遊異物計測装置の第1の実施例を示す正面図である。

[FIG. 1]

It is front elevation which shows 1st Example of plasma float foreign-material measuring device provided in plasma-processing apparatus based on this invention.

【図2】

プラズマ発光について観測した時間と発光強度[V]との関係を示す図である。

[FIG. 2]

It is figure which shows relationship of time and luminescence intensity [V] which observed about plasma luminescence.

【図3】

プラズマ発光についてスペクトラムアナライザで観測した周波数[MHz]と発光強度[mV]との関係を示す図である。

[FIG. 3]

It is figure which shows relationship of frequency [MHz] and luminescence intensity [mV] which observed with spectrum analyzer about plasma luminescence.

【図4】

波長及び周波数領域におけるプラズマ発光の波長[nm]・周波数[kHz]と異物散乱光の波長・周波数との関係を示す図である。

[FIG. 4]

It is figure which shows relationship of wavelength [nm] * frequency [kHz] of plasma luminescence and wavelength * frequency of foreign-material scattered light in optical frequency domain and wavelength.

【図5】

本発明に係るプラズマ処理装置に設けられたプラズマ浮遊異物計測装置の第1の実施例を示す

[FIG. 5]

It is top view which shows 1st Example of plasma float foreign-material measuring device provided in plasma-processing apparatus

平面図である。

based on this invention.

【図6】

本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第1から第5の実施例における散乱光検出系の結像関係を示す図である。

[FIG. 6]

It is figure which shows image formation relationship of scattered-light detection system in Example of 1st to 5th of plasma float foreign-material measuring device based on this invention.

【図7】

本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第1から第5の実施例における光ファイバの受光面を示す図である。

[FIG. 7]

It is figure which shows light-receiving surface of optical fiber in Example of 1st to 5th of plasma float foreign-material measuring device based on this invention.

【図8】

本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第1から第3の実施例における、各々のビームによる散乱光検出強度、その減算波形及び異物検出信号を示す図である。

[FIG. 8]

It is figure which shows scattered-light detection strength by each beam in Example of 1st to 3rd of plasma float foreign-material measuring device based on this invention, its subtraction waveform, and foreign-material detecting signal.

【図9】

本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置の第1から第3の実施例における各々のビームによる散乱光検出強度、及びその相関つまり異物検出信号を示す図である。

[FIG. 9]

They are scattered-light detection strength by each beam in Example of 1st to 3rd of plasma float foreign-material measuring device based on this invention, and figure which shows the correlation stuffing foreign-material detecting signal.

【図10】

本発明に係るプラズマ処理装置に設けられたプラズマ浮遊異物計測装置の第2の実施例を示す平面図である。

[FIG. 10]

It is top view which shows 2nd Example of plasma float foreign-material measuring device provided in plasma-processing apparatus based on this invention.

【図11】

本発明に係るプラズマ処理装置に設けられたプラズマ浮遊異物計測装置の第3の実施例を示す平面図である。

[FIG. 11]

It is top view which shows 3rd Example of plasma float foreign-material measuring device provided in plasma-processing apparatus based on this invention.

【図12】

本発明に係るプラズマ処理装置に設けられたプラズマ浮遊異物計測装置の第4の実施例を示す平面図である。

[FIG. 12]

It is top view which shows 4th Example of plasma float foreign-material measuring device provided in plasma-processing apparatus based on this invention.

【図13】

本発明に係るプラズマ処理装置に設けられたプラズマ浮遊異物計測装置の第4及び第5の実施例における各々のビームによる散乱光検出強度及びその相関つまり異物検出信号を示す図である。

[FIG. 13]

They are scattered-light detection strength by each beam in 4th and 5th Example of plasma float foreign-material measuring device provided in plasma-processing apparatus based on this invention, and figure which shows the correlation stuffing foreign-material detecting signal.

【図14】本発明に係るプラズマ処理装置に設けられたプラズマ浮遊異物計測装置の第5の実施例を示す平面図である。

[FIG. 14]

It is top view which shows 5th Example of plasma float foreign-material measuring device provided in plasma-processing apparatus based on this invention.

【図15】

本発明に係るプラズマ処理装置に設けられたプラズマ浮遊異物計測装置の第6の実施例を示す平面図である。

[FIG. 15]

It is top view which shows 6th Example of plasma float foreign-material measuring device provided in plasma-processing apparatus based on this invention.

【図16】

本発明に係るプラズマ浮遊異物計測装置を備えたエッチング装置

[FIG. 16]

It is figure which shows photolithography process of semiconductor production line which

を導入した半導体製造ラインのホトリソグラフィ工程を示す図である。

introduced etching system equipped with plasma float foreign-material measuring device based on this invention.

【符号の説明】

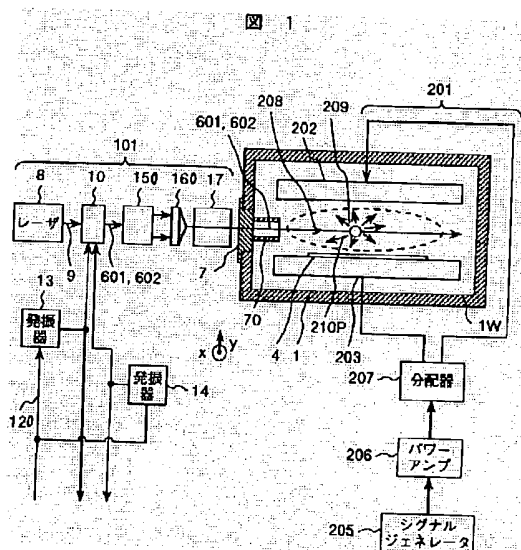
[Description of Symbols]

- | | |
|--|--|
| <p>1…処理室、1W…側壁、4…被処理基板(半導体ウェハ)、7…観察窓、8、9…レーザ光源、10…マルチチャンネル強度変調器(AO変調器)、11、12…強度変調器(AO変調器)、13、14…発振器(シグナルジェネレータ)、15a…分岐光学要素、15b…合成光学要素、16a、16b…反射光学要素、17…偏光ビームスプリッタ、18…ガルバノミラー(走査手段)、19…結像レンズ、30、31…光ファイバ、40、41…モノクロメータ、42、43…光電変換素子、44、45…電流-電圧変換増幅器、46、47…ロックインアンプ、52…信号処理回路(減算増幅回路)、53…積分回路、54…相関処理回路、55…計算機、70…異物付着防止手段、100…プラズマ浮遊異物計測装置、101、104、106、107、109、110…レーザ照射光学系、102、105…散乱光検出光学系、103、107、108、111…信号処理・制御系、202…上部電極、203…下部電極、205…高周波電源(シグナルジェネレータ)、208…プラズマ、209…浮遊微小異物、301…膜付け装置、302…膜厚測定装置、303…レジスト塗布装置、304…露光装置、305…</p> | <p>1... Processing chamber, 1W... Side wall, 4... Processed substrate (semiconductor wafer), 7... Observation port, 8, 9... Laser light source 10... Multichannel intensity modulator (AO modulator), 11, 12... Intensity modulator (AO modulator), 13, 14... Oscillator (signal generator), 15a... Branch optical component, 15b... Synthetic optical component, 16a, 16b... Reflection-light study component, 17... Polarizing beam splitter 18... Galvanometer mirror (scanning means), 19... Image formation lens, 30, 31... Optical fiber 40, 41... Monochromator, 42, 43... Optoelectric transducer, 44, 45... Electric-current-voltage-transduction amplifier, 46, 47... Lock-in amp, 52... Signal-processing circuit (subtraction amplifier circuit), 53... Integration circuit, 54... Correlation processing circuit, 55... Computer, 70... Foreign-material adhesion prevention means, 100... Plasma float foreign-material measuring device, 101, 104, 106, 107, 109, 110... Laser irradiation optical system, 102, 105... Scattered-light detection optical system, 103, 107, 108, 111... Signal-processing * control system, 202... Upper electrode, 203... Lower electrode, 205... High frequency power source (signal generator), 208... Plasma, 209... Float micro foreign material, 301... Film attachment apparatus, 302... Film-thickness measuring</p> |
|--|--|

現像装置、306...エッチング装置、307...アッシング装置、308...洗浄装置。
 device, 303... Resist coating device, 304...
 Exposure apparatus, 305... Image development
 apparatus, 306... Etching system
 307... Ashing device
 308... Washing apparatus.

【図1】

[FIG. 1]



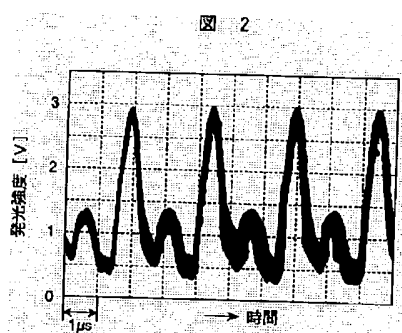
206 Power amplification

207 Distributor

See [Description of Symbols] also.

【図2】

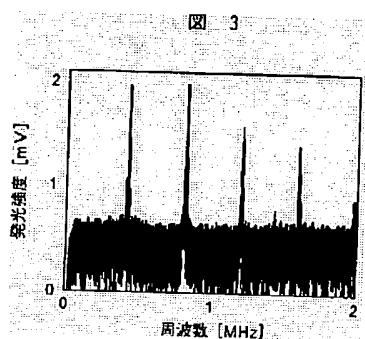
[FIG. 2]



Luminescence intensity [V]
-> time

【図3】

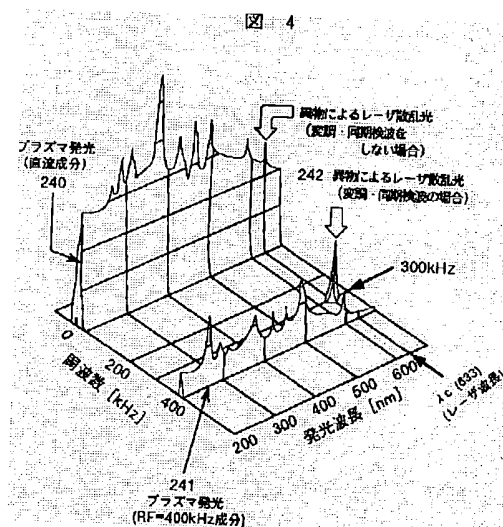
[FIG. 3]



Luminescence intensity [V]
Frequency [MHz]

【図4】

[FIG. 4]



<- Laser scattered light by foreign material (when not carrying out modulation and synchronous detection)

Plasma luminescence (direct_flow component) 240->

242 Laser scattered light by foreign material (in the case of modulation and synchronous detection)

Frequency [kHz]

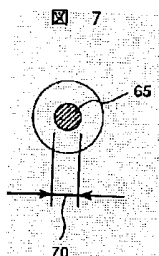
Luminescence wavelength [nm]

<- (633) (laser wavelength)

<-241 plasma luminescence (RF=400kHz component)

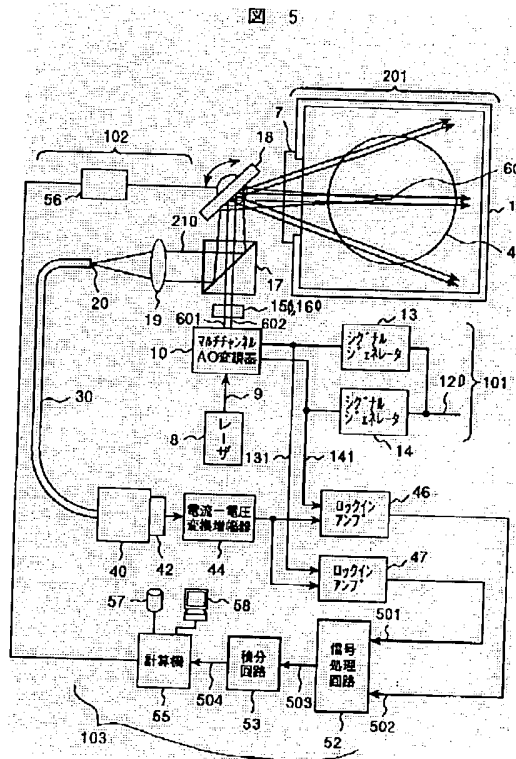
【図7】

[FIG 7]



【図5】

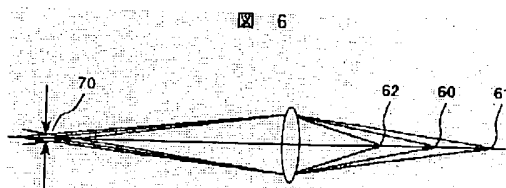
[FIG. 5]



See [Description of Symbols].

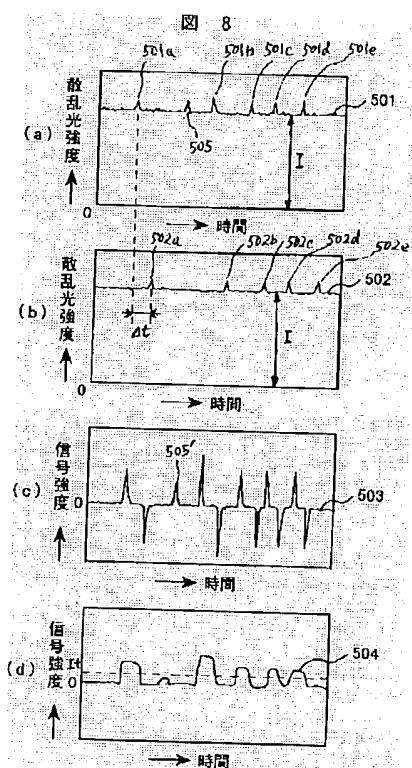
【図6】

[FIG. 6]



【図8】

[FIG. 8]



Scattered-light strength <-

...

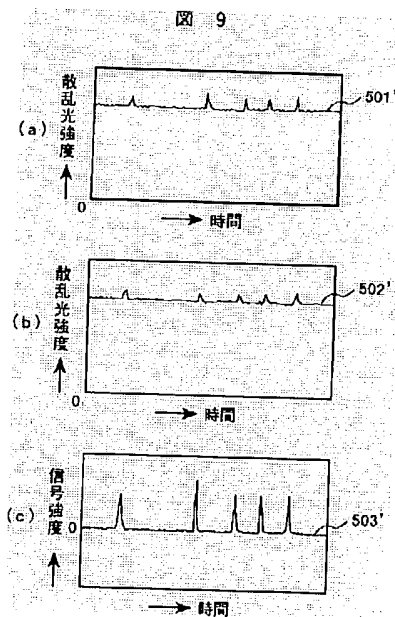
Signal strength <-

-> Time

...

【図9】

[FIG. 9]



Scattered-light strength <-

...

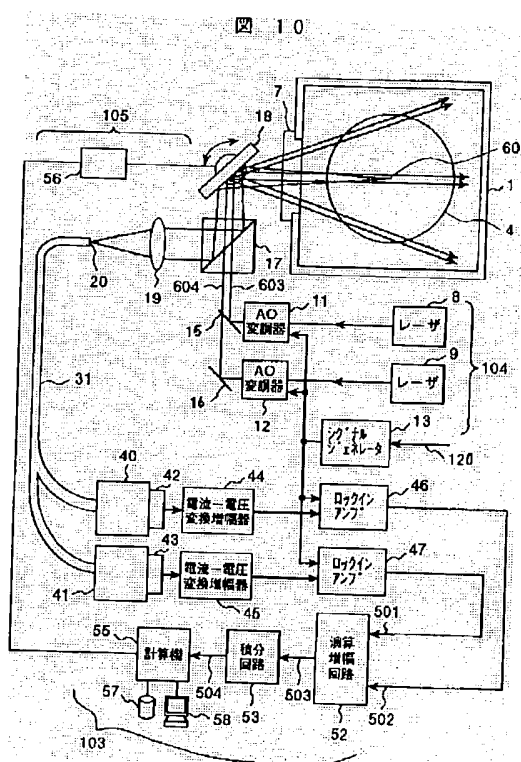
Signal strength <-

-> Time

...

【図10】

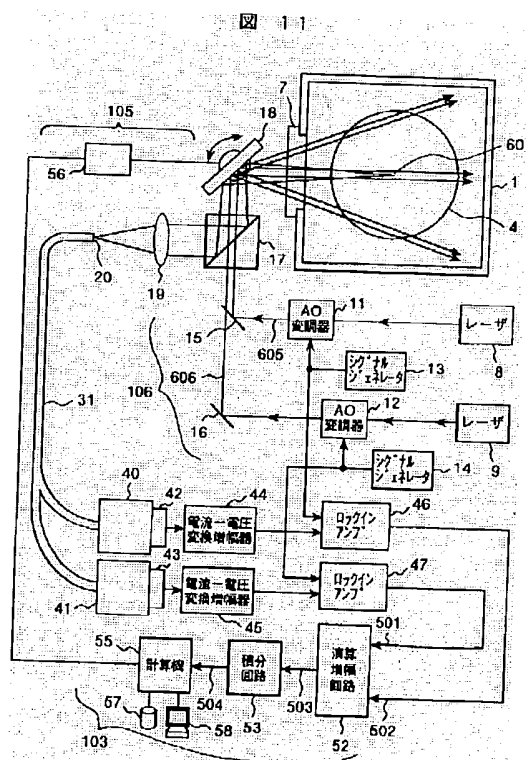
[FIG. 10]



See **[Description of Symbols]**.

【図11】

[FIG. 11]

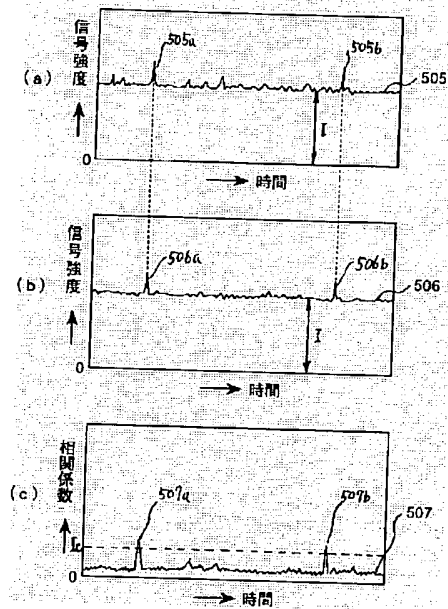


See [Description of Symbols].

【図13】

[FIG. 13]

図 13



Signal strength <-

...

Correlation coefficient <-

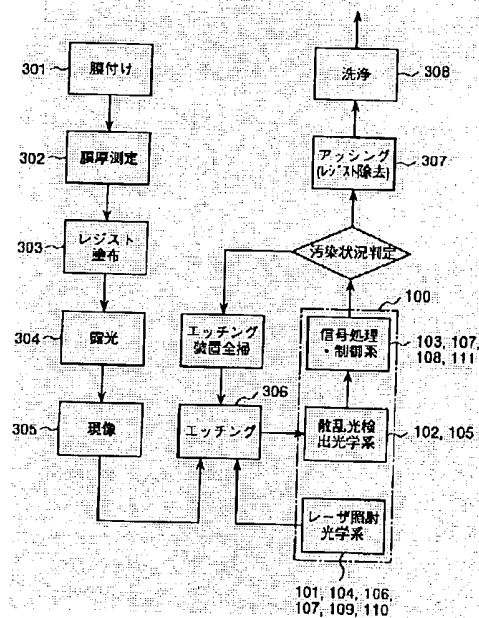
-> Time

...

【図16】

[FIG. 16]

图 16



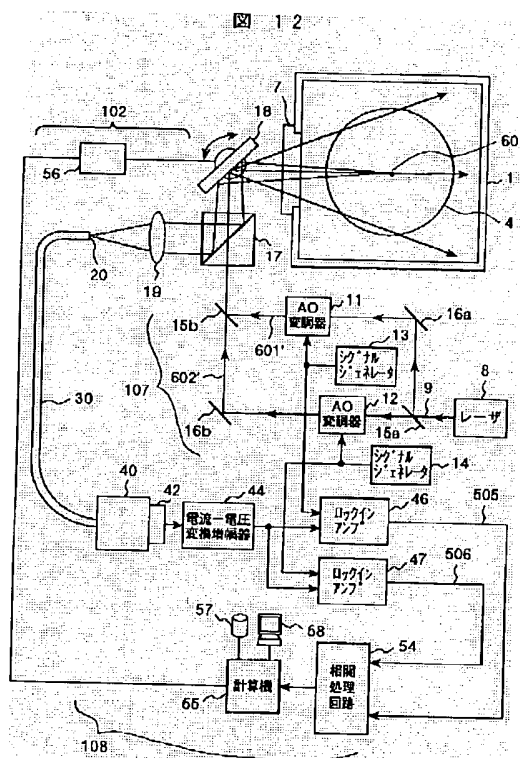
307 Ashing (resist elimination)

307<- Contamination situation evaluation -> etching-system all cleaning

See **[Description of Symbols]** also.

【図12】

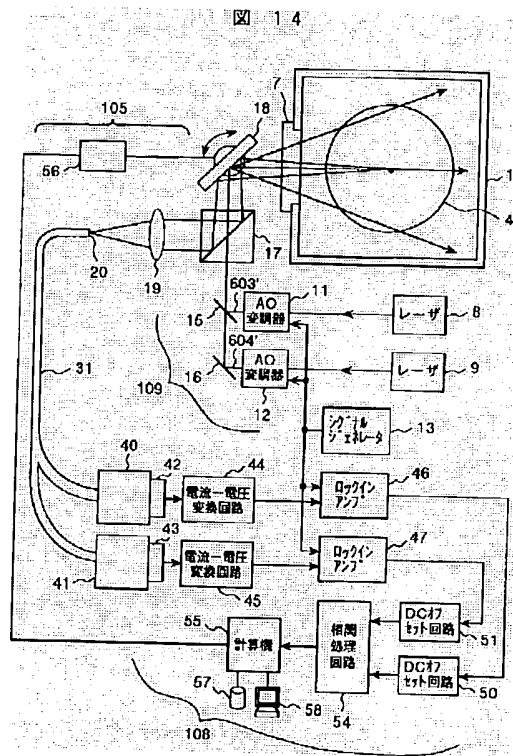
[FIG. 12]



See [Description of Symbols].

【図14】

[FIG. 14]

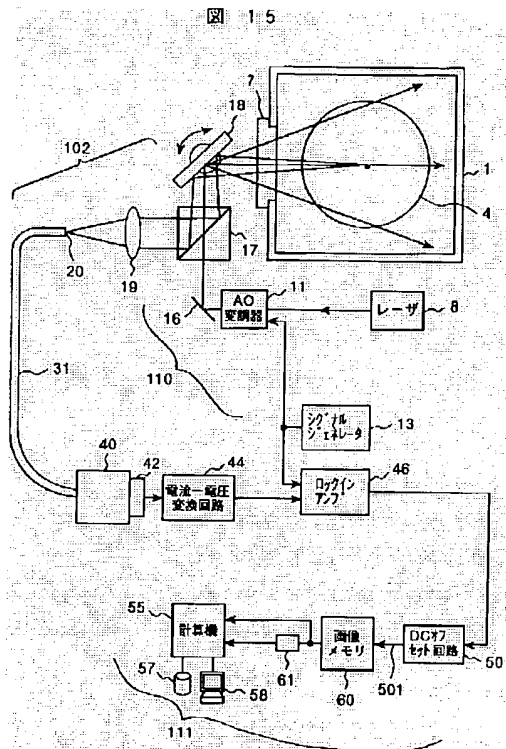


50, 51 DC offset circuit

See [Description of Symbols] also.

【図15】

[FIG. 15]



50, 51 DC offset circuit

60 Image memory

See **[Description of Symbols]** also.



DERWENT TERMS AND CONDITIONS

Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page:

["WWW.DERWENT.CO.UK"](http://WWW.DERWENT.CO.UK) (English)

["WWW.DERWENT.CO.JP"](http://WWW.DERWENT.CO.JP) (Japanese)